

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Mejora en la gestión de un almacén del sector de la maquinaria para establecimientos de restauración

MEMORIA

Autor: Ignacio Arenas Bueno
Director: Manuel García Gil
Convocatoria: Junio 2018



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resumen

El proyecto *Mejora en la gestión de un almacén del sector de la maquinaria para establecimientos de restauración* realizado para Quality Espresso, S.A. tiene como objetivo corregir las posibles irregularidades que su almacén de producto semielaborado y materia prima pueda tener, respetando, en todo momento, los requerimientos de la dirección de la empresa.

A lo largo del proyecto, se realiza un análisis de la situación actual del almacén y se detalla las debilidades que éste presenta y las necesidades requeridas, para poder, de forma coherente, proponer una serie de mejoras que corrijan todo lo expuesto con anterioridad.

Las propuestas se centran en corregir aspectos tales como el proceso de etiquetado y almacenaje de los componentes y la mejora en la precisión del inventario mejorando la trazabilidad de los componentes con el uso de un código de barras.

En segundo lugar, se realiza un análisis de viabilidad técnica, financiera y de impacto medioambiental para comprobar que dichas mejoras puedan llevarse a cabo con éxito cumpliendo con la normativa vigente y que, además, repercutan de forma positiva a los intereses de la empresa haciendo uso de herramientas como el VAN, el TIR y una simulación Monte Carlo para asegurar los resultados, con las que se ha obtenido unos valores de 5.211,25€ y 7,11%, respectivamente.

Observando los resultados, se extrae la conclusión de que la puesta en marcha de las propuestas supondría una clara mejora a nivel económico y operacional gracias al aumento en la productividad del almacén gracias al uso del código de barras y la reorganización del mismo, asegurando una rentabilidad positiva, con una probabilidad de cumplirse de más del 90%, porcentaje el cual se ha obtenido mediante una simulación Monte Carlo.

Por último, se realiza una planificación detallada de la puesta en marcha de las propuestas de mejora explicando, en cada una, las fases que tendrán y el tiempo estimado que cada fase requiere. Con ello se obtiene que la implementación de todas las propuestas podría finalizar 9 meses después, desde la aceptación del proyecto.

Sumario

Índice

RESUMEN	1
SUMARIO	3
1. PREFACIO	9
1.1. Origen del proyecto.....	9
1.2. Motivación.....	9
2. INTRODUCCIÓN	10
2.1. Objetivos	10
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	12
3.1. Historia de la empresa	12
3.2. Estructura organizativa	13
3.3. Productos de Quality Espresso, S.A.....	14
3.4. Producción mensual de Quality Espresso, S.A.	15
4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ACTUAL	18
4.1. Descripción física del almacén	18
4.1.1. Primer piso.....	18
4.1.2. Segundo piso	20
4.2. Distribución de los materiales y componentes.....	21
4.2.1. Primer piso	23
4.2.2. Segundo piso	24
4.3. Etiquetado y almacenaje.....	26
4.3.1. Etiquetado.....	26
4.3.2. Almacenaje	27
4.3.3. Coste de almacenaje	28
4.3.3.1. Gasto en personal	28
4.3.3.2. Coste de amortización del equipo	29
4.3.3.3. Coste total de almacenaje	30
4.4. Inventario	30
4.4.1. Llegada de nuevo material	31
4.4.2. Material para la fabricación de máquinas.....	31
4.4.3. Salida de material por motivos extraordinarios.....	32

4.5. Rotación del material	32
4.5.1. Clasificación ABC	33
4.5.2. Coste de preparación de lotes	34
4.6. Sistema informático utilizado	35
5. PROBLEMÁTICA ACTUAL Y NECESIDADES DE AJUSTE _____	36
5.1. Entrevistas	36
5.1.1. Entrevista a los responsables del almacén	36
5.1.2. Entrevista a los operarios de fabricación	37
5.1.3. Entrevista a la dirección de Quality Espresso, S.A.	37
5.2. Conclusiones de las entrevistas	38
5.3. Problemática actual	38
5.3.1. Etiquetado	38
5.3.2. Almacén	39
5.3.3. Almacenamiento y <i>Picking</i>	39
5.3.4. Inventario	41
6. PROPUESTAS DE MEJORA _____	44
6.1. Etiquetado	44
6.2. Almacén	47
6.3. Almacenamiento y <i>Picking</i>	50
6.4. Inventario	53
6.5. Resumen de las propuestas	55
7. PRESUPUESTO GENERAL Y COSTES DE IMPLEMENTACIÓN ____	57
7.1. Presupuesto general	57
7.2. Costes de implementación	59
7.3. Presupuesto y costes totales	61
8. PREDICCIÓN DE RESULTADOS _____	62
8.1. Recuperación de costes	63
9. ANÁLISIS DE VIABILIDAD FINANCIERA _____	66
9.1. Recursos y financiación	66
9.2. Rentabilidad financiera	66
9.3. Valoración estratégica	69
10. ANÁLISIS DE VIABILIDAD AMBIENTAL _____	70
11. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS _____	71
11.1. Planificación del proyecto	71
11.2. Planificación de la implementación de las mejoras	72

11.2.1. Cambio de codificación y redistribución de material.....	72
11.2.2. Implementación de estantes con rodillos	73
11.2.3. Registro del material defectuoso en los puestos de fabricación.....	74
11.2.4. Uso de código de barras y uso de un lector de código de barras e impresora	75
12. CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	79

Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de Quality Espresso, S.A. (Fuente: Quality Espresso, S.A.)	14
Figura 2: Máquina Ruby (Fuente: Quality Espresso, S.A.).....	14
Figura 3: Porcentaje de producción de los distintos modelos del primer trimestre de 2018 (Fuente: Elaboración Propia)	16
Figura 4: Porcentaje de ingresos de cada modelo en el primer trimestre de 2018 (Fuente: Elaboración Propia)	16
Figura 5: Diagrama de Pareto de los ingresos de Quality Espresso, S.A. (Fuente: Elaboración Propia)	17
Figura 6: Plano del primer piso del almacén junto con sus códigos de posición (Fuente: Elaboración Propia)	19
Figura 7: Identificación de la estantería número 9 (Fuente: Elaboración Propia).....	20
Figura 8: Plano del segundo piso del almacén junto con sus códigos de posición (Fuente: Elaboración Propia)	21
Figura 9: Armario giratorio Mecalux M (Fuente: Elaboración Propia).....	22
Figura 10: Distribución de componentes en el almacén (Fuente: Elaboración Propia)	24
Figura 11: Etiqueta colocada en los productos del almacén (Fuente: Quality Espresso, S.A.) .	26
Figura 12: Albarán de entrada para el departamento de contabilidad (Fuente: Quality Espresso, S.A.).....	27
Figura 13: Almacenaje de los componentes niquelados (Fuente: Elaboración Propia)	28
Figura 14: Diagrama de flujo del material del almacén (Fuente: Elaboración Propia).....	31
Figura 15: Ficha para la salida o entrada extraordinaria del almacén (Fuente: Quality Espresso, S.A.).....	32
Figura 16: Árbol de causas del desfase de inventario debido a errores en el sistema informático (Fuente: Elaboración Propia)	42
Figura 17: Árbol de causas del desfase de inventario debido a errores en el stock físico (Fuente: Elaboración Propia)	42
Figura 18: Terminal Zebra TC8000 (Fuente: Zebra Technologies).....	45

Figura 19: Impresora portátil Zebra QLn420 (Fuente: Zebra Technologies).....	46
Figura 20: Codificación propuesta para la ubicación de componentes (Fuente: Elaboración Propia).....	48
Figura 21: Codificación propuesta para el almacén (Fuente: Elaboración Propia)	49
Figura 22: Representación de un estante con su nueva codificación (Fuente: Elaboración Propia)	49
Figura 23: Detalle de la sujeción de un estante para conseguir una inclinación (Fuente: Elaboración propia a partir de [4])	51
Figura 24: Nueva distribución de los componentes en el primer piso del almacén (Fuente: Elaboración Propia).....	52
Figura 25: Simulación Monte Carlo para la demanda de máquinas por línea (Fuente: Elaboración Propia).....	63
Figura 26: Simulación Monte Carlo para el VAN (Fuente: Elaboración Propia).....	68
Figura 27: Simulación Monte Carlo para el TIR (Fuente: Elaboración Propia)	68
Figura 28: Diagrama de Gantt del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)	71
Figura 29: Diagrama de Gantt para el cambio de distribución y codificación (Fuente: Elaboración Propia).....	73
Figura 30: Diagrama de Gantt para cambio de estantes (Fuente: Elaboración Propia).....	74
Figura 31: Diagrama de Gantt para registro de material defectuoso (Fuente: Elaboración Propia)	75
Figura 32: Diagrama de Gantt para el código de barras (Fuente: Elaboración Propia)	76

Índice de tablas

Tabla 1: Longitud de los estantes según su código. (Fuente: Elaboración propia)	19
Tabla 2: Resumen de la descripción del almacén (Fuente: Elaboración Propia)	25
Tabla 3: Coste de amortización mínimo y máximo para el equipo de trabajo	29
Tabla 4: Clasificación de los productos según su rotación (Fuente: Elaboración Propia)	34
Tabla 5: Problemáticas encontradas durante el etiquetado (Fuente: Elaboración Propia).....	39
Tabla 6: Problemáticas encontradas en el almacén (Fuente: Elaboración Propia)	39
Tabla 7: Problemáticas encontradas durante el almacenamiento y retirada de material (Fuente: Elaboración Propia)	40
Tabla 8: Especificaciones técnicas y ventajas del terminal Zebra TC8000 (Fuente: Elaboración propia a partir de [5]).....	45
Tabla 9: Especificaciones técnicas y ventajas de la impresora portátil Zebra QLn420 (Fuente: Elaboración propia a partir de [6])	47
Tabla 10: Resumen de la propuesta de etiquetado (Fuente: Elaboración Propia)	47
Tabla 11: Resumen de la propuesta de almacén (Fuente: Elaboración Propia)	50
Tabla 12: Resumen de la propuesta de almacenamiento (Fuente: Elaboración Propia)	53
Tabla 13: Resumen de la propuesta de mejora de inventario (Fuente: Elaboración Propia)	55
Tabla 14: Propuestas de mejora y su repercusión (Fuente: Elaboración Propia)	56
Tabla 15: Presupuesto del proyecto en concepto de sueldos y salarios (Fuente: Elaboración Propia)	57
Tabla 16: Presupuesto del proyecto en concepto de transporte (Fuente: Elaboración Propia). 58	
Tabla 17: Presupuesto del proyecto en concepto de materiales (Fuente: Elaboración Propia) 58	
Tabla 18: Presupuesto total del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)	58
Tabla 19: Desglose de los costes del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)	60
Tabla 20: Presupuesto y costes totales del proyecto (Fuente: Elaboración Propia).....	61
Tabla 21: Cálculo para el VAN y el TIR (Fuente: Elaboración Propia)	67

1. Prefacio

1.1. Origen del proyecto

La idea de este proyecto surge después de haber realizado una estancia de prácticas en Quality Espresso, S.A. Mi función fue, a lo largo de 5 meses, realizar trabajos en las diferentes secciones del departamento industrial para así poder entrar en contacto con el mundo laboral y los requerimientos que se le exigen a un ingeniero.

Desarrollé funciones en el departamento de I+D+i trabajando en un nuevo modelo de máquina de café que se empezará a comercializar a mediados de 2018 o en el departamento de producción planificando la producción del mes de septiembre. Sin embargo, el departamento en el que estuve más tiempo fue el departamento de Calidad, especialmente, en recepción de materiales.

La oficina de recepción de materiales está situada delante del almacén dado que existe una necesidad de reducir los tiempos entre la recepción del material, aceptar cada lote y, posteriormente, trasladar los lotes aceptados al almacén. Por este motivo tuve oportunidad de ver de primera mano la gestión del almacén y observar que existía una posibilidad de mejora en su gestión.

1.2. Motivación

Tener la oportunidad de realizar un proyecto que permita ayudar a una de las empresas líderes en el sector del café es la motivación principal. La realización de dicho proyecto no solo me permitirá conocer de primera mano el funcionamiento de un almacén sino también tendré la oportunidad de profundizar en una sección de la empresa con una gran importancia y que, en otros sectores, gracias a la venta por internet, se requiere de un almacén a pleno rendimiento.

Por último, la posibilidad de trabajar en un proyecto junto a mis antiguos compañeros me permitirá seguir creciendo como profesional y mejorar en las relaciones tanto sociales como profesionales.

2. Introducción

Quality Espresso, S.A. es una empresa encargada de diseñar, producir, comercializar y dar un servicio postventa de máquinas de café, molinos de café, termos y accesorios para el sector hostelero y con una inversión considerable en el departamento de I+D+i para cubrir las nuevas necesidades del mercado y seguir siendo una empresa competitiva. Su planta de fabricación es de aproximadamente unos 17.000 m² en los que trabajan alrededor de 120 empleados.

Su mercado principal se encuentra en España, donde sus ventas representan el 70% del total, aunque el número de exportaciones aumenta a lo largo de cada ejercicio en la que ya tienen presencia en más de 90 países. Las máquinas son fabricadas íntegramente en España y, salvo algunos componentes tales como los chasis, piezas de inyección de aluminio y plástico y componentes que requieren un tratamiento químico como el decapado de calderas, tuberías o niquelado de calderas¹, todo se realiza dentro de la planta de fabricación en Barcelona.

Por otra parte, su tasa de fabricación diaria oscila entre 50 y 70 máquinas y entre 40 y 60 molinos por día, por lo que se requiere un almacén en unas condiciones óptimas para evitar largos tiempos de preparación de cada lote, una distribución coherente que permita localizar un componente fácilmente y evitar una posible pérdida de material. Una gestión ineficaz repercute en costes que reducen el posible beneficio económico de la empresa.

2.1. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de las fortalezas y debilidades que existen en la gestión del almacén de productos semielaborados y materias primas haciendo hincapié en los costes que ello conlleva. Se estudiarán las consideraciones de los responsables de la empresa, así como las irregularidades encontradas a lo largo de dicho estudio.

En primer lugar, y después de haber realizado un reconocimiento preliminar del almacén, se realizarán una serie de entrevistas en diferentes secciones de la empresa para conocer la impresión global que existe actualmente sobre el almacén y escuchar cuáles son las preferencias en cada uno, a la hora de afrontar las problemáticas encontradas.

En segundo lugar, se describirá y analizará detalladamente las irregularidades encontradas que

¹ El niquelado de calderas y otros componentes solo se realiza para las máquinas con destino a EE.UU.

repercuten directa o indirectamente a los costes de la empresa con el propósito de poder proponer una serie de mejoras que corrijan lo mencionado con anterioridad, siempre y cuando éstas sean aceptadas por la dirección de la empresa.

Por ello, durante la descripción de las mejoras, se realizarán estudios de viabilidad en diferentes campos y una planificación detallada de la propuesta de puesta en marcha. Las mejoras propuestas se distribuirán según se traten de corto, medio o largo plazo y tendrán el fin de minimizar los costes de Quality Espresso, S.A. respetando, siempre, los intereses y condiciones de trabajo de los empleados involucrados.

3. Descripción de la empresa

El objetivo principal de este capítulo es el de dar una imagen general de Quality Espresso, S.A., explicando brevemente desde su estructura organizativa a los productos que ofrece en la actualidad.

3.1. Historia de la empresa

Quality Espresso, S.A. nace en 2001 al fusionarse las marcas Gaggia y Faema, dos grandes marcas con un amplio recorrido en el sector, las cuales se crearon en 1952 y 1956, respectivamente.

A lo largo de sus más de 60 años de experiencia, ambas empresas han ido creando diferentes marcas, hasta llegar a 6, cada una con un estilo de máquina propio con las que ha conseguido colocarse entre los líderes en fabricación de café espresso en el mundo y líder en España con una cuota de mercado del 50%. Dichas marcas son Gaggia, Futurmat, Visacrem, Italcrem y Mairali.

Su facturación en ventas ha superado los 22 millones de euros en el año 2017, lo que supone casi un 4% más con respecto al año anterior. Dichos ingresos provienen principalmente de ventas nacionales que suponen alrededor de 15,5 millones de euros.

La empresa destaca por sus valores de:

- **Tradición:** Sistema manual de fabricación desde 1952
- **Innovación:** Mejora continuada de los productos.
- **Alianzas estratégicas:** Acuerdos con marcas proveedoras de materiales que aportan valor añadido a nuestro producto.
- **Calidad:** Uso de las mejores materias primas en todo el proceso de fabricación para lograr un resultado excelente.
- **Equipo humano:** Lograr la implicación y la motivación de todo el personal que forma parte de la cadena de valor.
- **Pasión por el café:** Total implicación en el mundo del café y todo lo relacionado con este producto, para lograr entender y satisfacer las necesidades del cliente.

3.2. Estructura organizativa

La empresa está dividida en cinco grandes departamentos, con una organización jerárquica y piramidal. Cada departamento está, a su vez, dividido por diferentes secciones con el objetivo de que cada una se especialice en su campo obteniendo así los mejores resultados.

Al frente de la empresa se encuentra la figura del director general cuyo principal cometido se basa en planificar a medio y largo plazo las futuras estrategias que llevará Quality Espresso, S.A., así como de supervisar la actuación de cada uno de los diferentes departamentos asegurándose que se cumpla su cultura corporativa.

Justo por debajo se encuentran los directivos de cada departamento encargados de supervisar el desarrollo de funciones de las diferentes secciones que dirige. De forma breve, las funciones de cada uno son:

- **Director Industrial:** Responsable de supervisar la planificación de producción del mes al igual que su posterior cumplimiento, asegurando unos requisitos de calidad tanto para el cliente final como para los operarios encargados de su fabricación. A su vez, es el encargado de dirigir futuros proyectos como de mejorar los ya existentes.
- **Director de Planificación:** Sus cometidos residen tanto en la correcta gestión y organización del almacén de productos semielaborados y materias primas como el almacén de producto acabado y los recursos humanos que la empresa requiere.
- **Director Financiero:** Ocupa también la figura de Director General y, aparte de cumplir con las funciones antes descritas, como director de este departamento, su función es la de gestionar las finanzas de la empresa y supervisar la formación de nuevos expertos en la preparación de café.
- **Director Comercial de Exportación:** Responsable de las ventas a nivel internacional y de expandir la empresa fuera de las fronteras nacionales. Además, es el responsable de supervisar el correcto funcionamiento del sistema informático de todo Quality Espresso, S.A.
- **Director Comercial Nacional:** Encargado de las ventas dentro de España, así como de proporcionar asistencia técnica a los clientes de la empresa y de proporcionar los recambios necesarios en caso de necesidad.

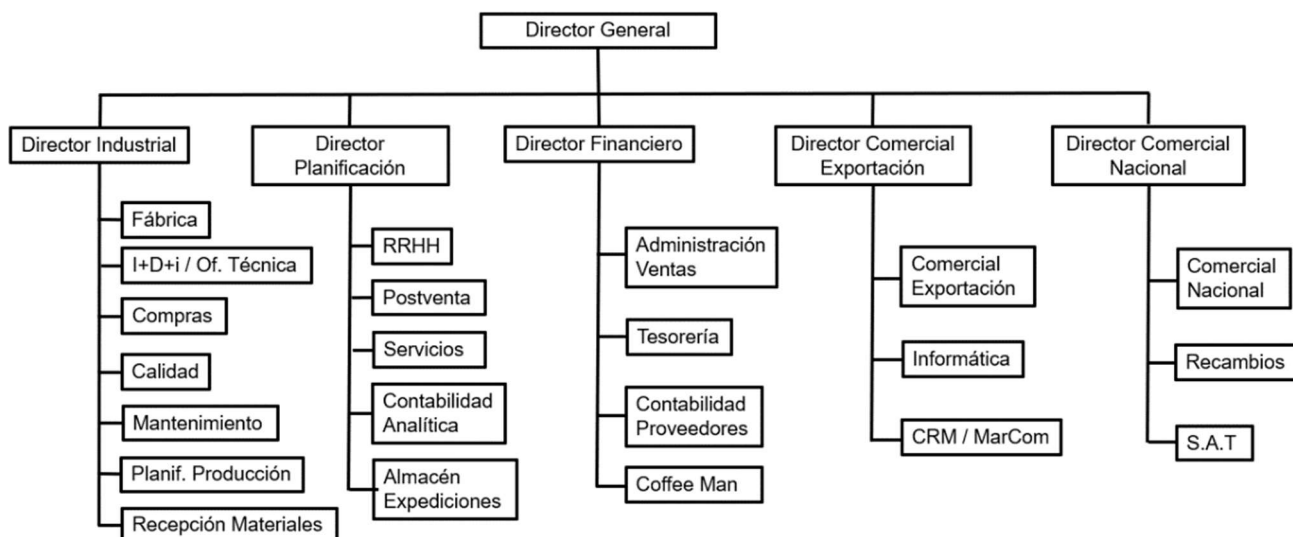


Figura 1: Organigrama de Quality Espresso, S.A. (Fuente: Quality Espresso, S.A.)

3.3. Productos de Quality Espresso, S.A.

La gama de máquinas que ofrece la empresa va desde máquinas de café tradicionales hasta máquinas con una alta tecnología que abarca desde displays electrónicos hasta control de temperatura de los grupos.

Para uso semiprofesional, existen los modelos Ruby y Ruby Pro que tiene la posibilidad de tener 1 o 2 grupos, en función del número de cafés diarios que se pretendan preparar. Además, existe la posibilidad de escoger si la máquina funcione con un depósito de agua hecho de plástico o con conexión a la red de agua. Su capacidad es considerablemente menor al del resto de máquinas que fabrica Quality Espresso, S.A. y su tamaño, por tanto, también lo es.



Figura 2: Máquina Ruby (Fuente: Quality Espresso, S.A.)

Por el contrario, el repertorio de máquinas profesionales es mucho más amplio. Existen máquinas más económicas con una complejidad de fabricación menor y un uso de materiales con un coste menor. En este rango de máquinas se podrían incluir los modelos Ottima, Nera, y Rimini. Su aspecto es similar y se ofrece la posibilidad de controlar la salida de los grupos mediante un pulsador o electrónicamente. Este segundo caso, requiere la existencia de más electroválvulas que controlan el paso del agua.

En su gama más alta, se encuentran los modelos G6, Vetro y F3. Con el uso de termostatos y

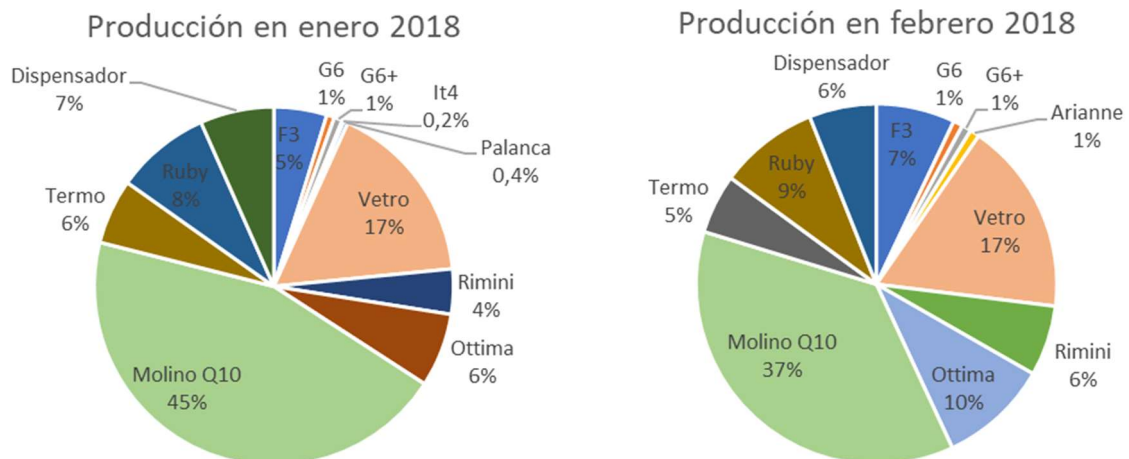
sensores, estos modelos pueden ofrecer un control total tanto de la temperatura de los grupos o la temperatura final de la leche al calentarla con el tubo de vapor. Su estética está más elaborada y su tamaño es considerablemente mayor, permitiendo incluso, la fabricación de estos modelos con hasta 4 grupos para realizar el café.

Aparte de las máquinas de café, también se fabrican otras máquinas de complemento como puede ser el molino Q10 que permite moler café al instante, el termo de leche, que permite mantener caliente la leche a una temperatura determinada o el dispensador, que incorpora únicamente las duchas de vapor y agua caliente.

3.4. Producción mensual de Quality Espresso, S.A.

La demanda de los diferentes modelos es muy variada, pero destacan las del molino Q10 y el modelo Vetro en las que su producción mensual es de aproximadamente de 1000 y 500 máquinas, respectivamente.

La producción que existe en la empresa no es fija ni en volumen ni en modelos. Ésta varía en función de la demanda que existe entre los diferentes clientes que Quality Espresso, S.A. tiene. En la siguiente figura se pueden apreciar el porcentaje que representa los diferentes modelos según el número total de máquinas fabricadas para el primer trimestre de 2018.



Producción en marzo 2018

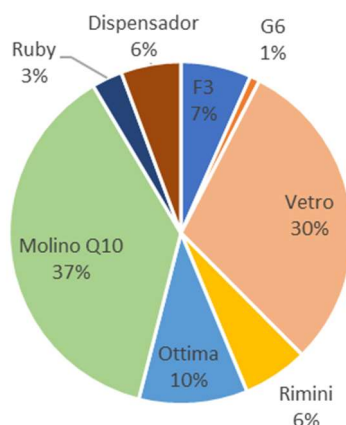


Figura 3: Porcentaje de producción de los distintos modelos del primer trimestre de 2018
(Fuente: Elaboración Propia)

Como se puede observar en la Figura 3, existen modelos que no se fabrican cada mes, como es el ejemplo de las máquinas de palanca, los modelos Arianne o IT4, entre otros. Por otro lado, los modelos con un peso claramente visible son el molino Q10 y la máquina Vetro, con un porcentaje que suele rondar entre el 37-45% y 17-30%, respectivamente.

No obstante, los ingresos que generan los diferentes modelos no son exactamente igual al porcentaje de producción. Éste hecho se ve reflejado en la Figura 4.

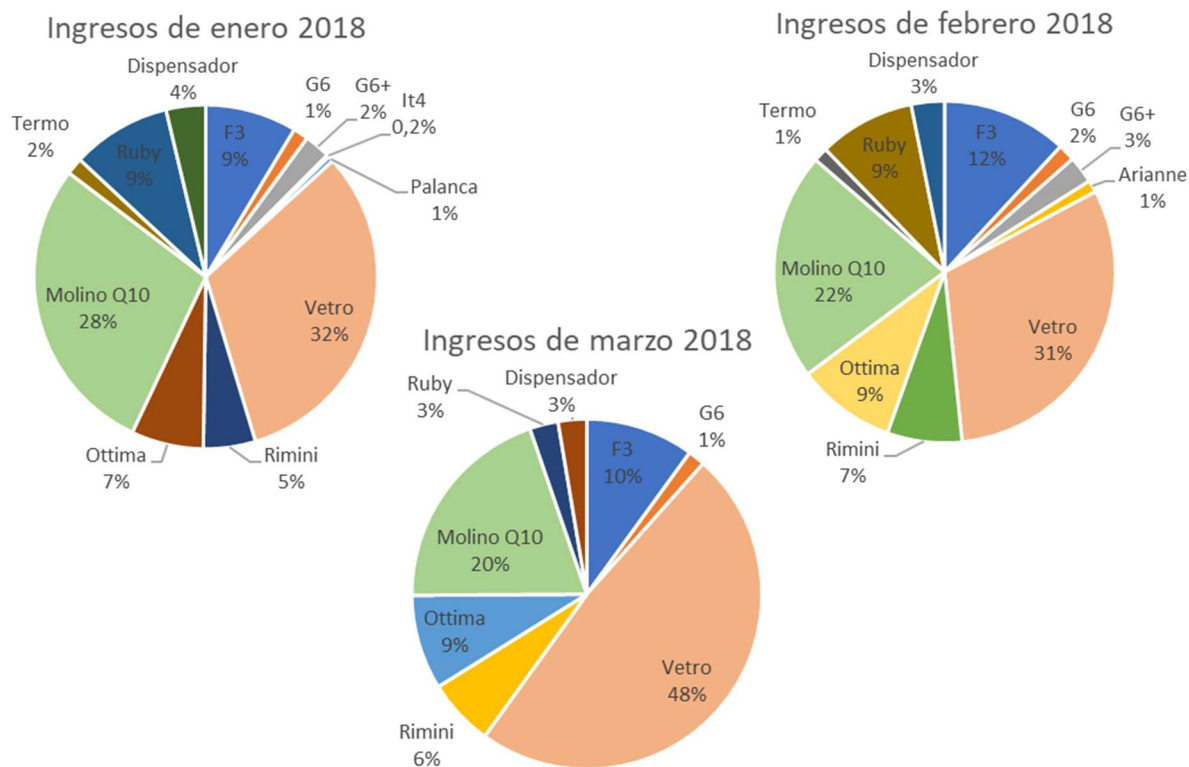


Figura 4: Porcentaje de ingresos de cada modelo en el primer trimestre de 2018 (Fuente: Elaboración Propia)

Se observa como la máquina Vetro es el modelo con mayor importancia a nivel de ingresos pese a no ser la que se produce en mayor número mientras que el molino Q10, al tener un precio de venta menor, pierde importancia. Sin embargo, ambos modelos son los que representan la mayor parte de los ingresos y mayor volumen de producción por lo que, los componentes que contengan dichas máquinas serán los que tengan una mayor rotación en el almacén.

A continuación, sale representado un diagrama de Pareto con el que poder ver de forma más clara la repercusión que tiene cada modelo de máquina a los ingresos de la empresa y en el que se puede ver claramente como el modelo Vetro y el Molino Q10 representan más del 50% de los ingresos.

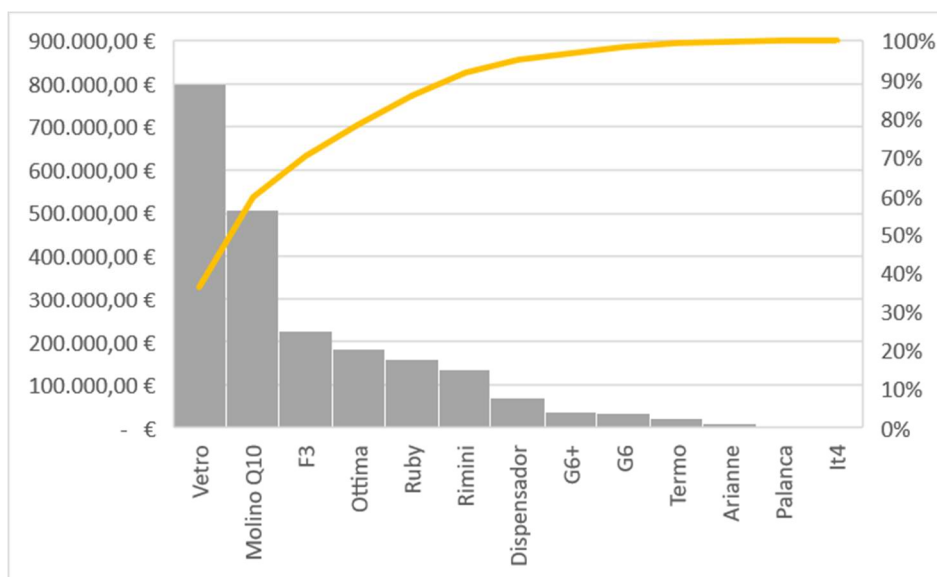


Figura 5: Diagrama de Pareto de los ingresos de Quality Espresso, S.A. (Fuente: Elaboración Propia)

Por este motivo interesa dar preferencia a dichos componentes, evitando la pérdida de material que pueda provocar roturas de stocks y la pérdida de calidad en el producto final e intentar dar un lugar de preferencia dentro del almacén para reducir el tiempo de preparación de los lotes ya que, en comparación con el resto de modelos, requieren más.

4. Descripción y análisis del sistema de almacenamiento actual

El objetivo de este punto es el de describir detalladamente tanto el almacén como los factores que en él influyen. Posteriormente, en el punto 5, se explicará la problemática existente basándose en el análisis previo con el fin de realizar el estudio de mejora de forma organizada y clara.

4.1. Descripción física del almacén

El almacén consta de dos pisos y en cada uno, los componentes y materiales se distribuyen por estanterías. Dichas estanterías se encuentran numeradas del 1 al 31 y cada estante dentro de las mismas, con una letra de la A a la J. No obstante, no todos los estantes tienen las mismas dimensiones por lo que el número de componentes que se encuentran en un mismo estante varía desde dos a cuatro.

4.1.1. Primer piso

En el primer piso se encuentran las estanterías numeradas de la 1 a la 13. Las estanterías pares están separadas de las estanterías impares por un pasillo central de 2,45 m que permite una cómoda circulación de tanto el personal como el de los carros y una balanza en caso de que un lote sea distribuido por peso. Cada una de las estanterías están separadas por un pasillo de 1 metro de ancho.

Todos los estantes, tanto de las estanterías pares como el de las impares, a excepción de la nº13, tienen tanto la misma altura como la misma profundidad de 53,5 cm y 80 cm, respectivamente. Sin embargo, la longitud de cada estante no es la misma. En la Tabla 1 se encuentra detallada la longitud de cada estante según su código.

Numeración	Estante	Longitud (cm)
1, 5, 7, 9, 11	A y F	190
	B y G	100
	C y H	100
	D y I	190
	E y J	190

2, 4, 6, 8	A y F	184,5
	B y G	184,5
	C y H	120
	D y I	184,5
	E y J	184,5

Tabla 1: Longitud de los estantes según su código. (Fuente: Elaboración propia)

En lo que respecta a la estantería número 13, ésta está distribuida en 8 estantes de 100x80x46 cm.

Cada estante está separado en tres niveles de altura que no se encuentran diferenciados por un código. Esto provoca el desconocimiento de la ubicación exacta del material que se traduce, en posibles casos, a un mayor tiempo de preparación del lote en el caso que el operario desconozca su ubicación. Es decir, mayor tiempo de preparación provoca mayores costes.

En la *Figura 6* sale representado el plano de este primer piso, así como la numeración de cada estantería y el código de cada estante y sin diferenciar los niveles que hay en ellos.

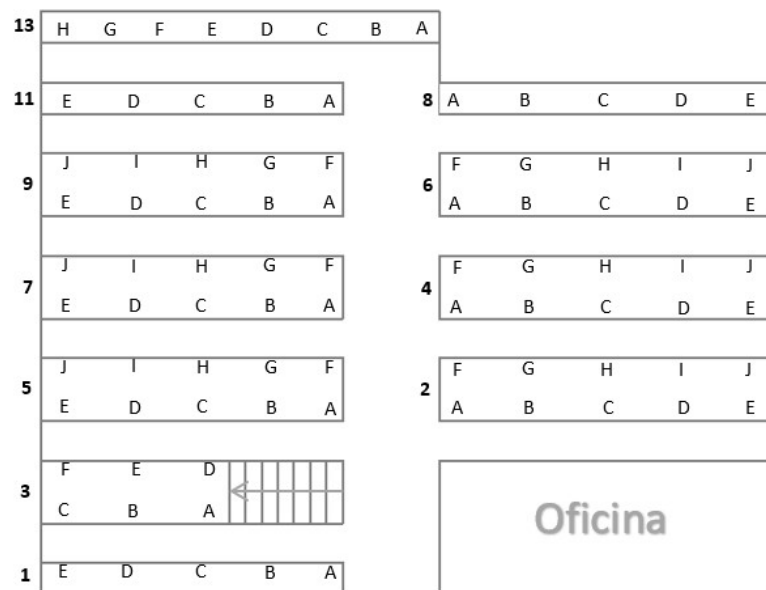


Figura 6: Plano del primer piso del almacén junto con sus códigos de posición (Fuente: Elaboración Propia)

En el propio almacén, la identificación de cada lugar viene indicado mediante una etiqueta. Ésta suele estar colocada en el centro de cada estantería a una altura visible para el personal. En la siguiente figura se puede observar un ejemplo.



Figura 7: Identificación de la estantería número 9 (Fuente: Elaboración Propia)

4.1.2. Segundo piso

El sistema de codificación del segundo piso es el mismo que en el primero. De esta manera, se encuentran las estanterías numeradas desde la 21 hasta la 31 y donde el hueco que existe en este piso por el pasillo central del de abajo, hace de separación entre las estanterías pares e impares. Además, las dimensiones tanto de los estantes como de los pasillos que los separan, son las mismas que las descritas anteriormente.

Este piso es, exactamente, una entreplanta construida aprovechando las estanterías del primer piso puesto que aprovecha la estructura de la mismas. Esto permite aprovechar al máximo la superficie del almacén al menor coste con un mayor número de estanterías en la que poder almacenar productos. Estas estructuras son adaptables y de montaje rápido y simple lo que permite la reorganización de las estanterías en este piso en caso de que se considerase necesario.

En la *Figura 8* sale representado el plano del segundo piso, así como la numeración de las estanterías y su codificación en cada uno de sus estantes.

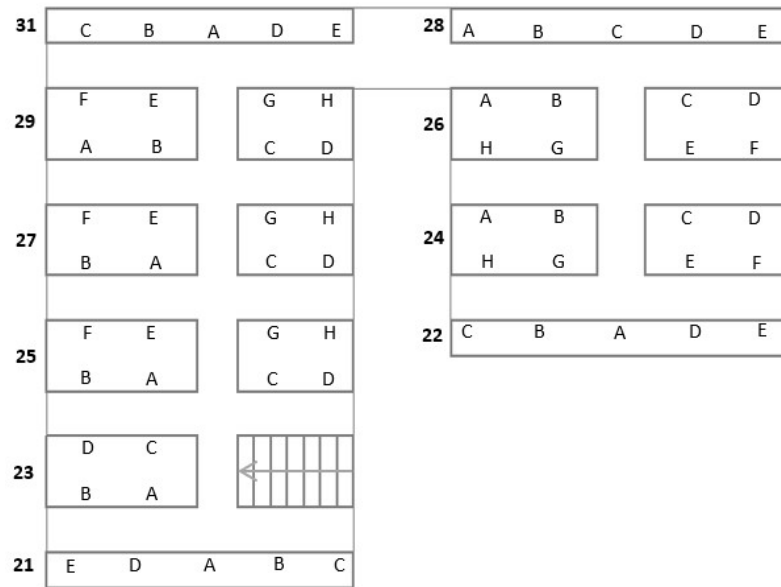


Figura 8: Plano del segundo piso del almacén junto con sus códigos de posición (Fuente: Elaboración Propia)

Como se puede observar, la codificación de estantes en este piso no sigue un orden tan intuitivo, sino que se ha ido etiquetando de una manera algo más aleatoria. No obstante, la identificación de las estanterías y estantes es la misma que en el primer piso.

4.2. Distribución de los materiales y componentes

No existe un documento dentro de la empresa que describa la distribución actual según el tipo de componente (tubería, cableado, botoneras, etc.) ni del tipo de máquina (Vetro, G6/V6, Dispensador, etc.) por lo que cada componente se ha ido colocando según el criterio del personal encargado del almacén y según la disponibilidad de espacio. Sin embargo, el criterio del operario siempre ha sido el de colocar el material en lugares que les facilite el trabajo y les sea fácil recordarlo.

Por este motivo, existen estantes o incluso pasillos enteros destinados a componentes de un solo modelo de máquina o a un tipo de componente en concreto como, por ejemplo, la tubería. Sin embargo, dado la falta de espacio, hay componentes colocados sin un motivo concreto alejado de una ubicación más eficiente. No obstante, el personal ajeno al almacén desconoce que existen pasillos destinados a un modelo o componente en concreto por lo que debe informarse de la ubicación del componente haciendo uso del sistema informático.

Por otro lado, existen componentes de gran importancia que no son almacenados dentro del

propio almacén, sino que se almacenan en otra zona de la fábrica próxima a él. Estos componentes son los tornillos, remaches, juntas y muelles., por un lado, y las centralitas², por otro lado.

El primer grupo, dado el reducido tamaño de los componentes, se almacenan en tres armarios giratorios Mecalux, modelo 4304/36. Internamente, cada armario se le ha asignado una letra para poder diferenciarlos y así poder codificar la ubicación de los materiales, en concreto, las letras M, P y X.

Cada estante tiene una limitación de 80 kg de peso y, en el que se colocan los componentes en cajas estandarizadas en el que se las etiqueta con el código de referencia del mismo. En la siguiente figura sale representado el armario M.



Figura 9: Armario giratorio Mecalux M (Fuente: Elaboración Propia)

En cambio, por lo que respecta a las centralitas de la mayoría de los modelos, con una demanda constante ya que cada máquina contiene una, y el número elevado de lotes que llegan, se agrupan en palés. Cada caja contiene una media de 50 centralitas que suponen un peso total aproximado de 20 kg y, en cada lote, suelen llegar 15 cajas. Por lo tanto, puesto que ocupan mucho espacio y tienen un peso elevado, es más seguro para la integridad física del operario, manipular los lotes haciendo uso de carretillas elevadoras provocando de esta forma, su almacenamiento fuera del almacén.

Como medida de seguridad a destacar, en todo el almacén, los componentes más pesados son colocados en el estante central para evitar lesiones de espalda retirando y colocando el material, por lo que se deberá tener en cuenta en las propuestas de mejora.

² La centralita es una caja colocada en todas las máquinas que contiene una placa base que controla el sistema electrónico de la máquina.

4.2.1. Primer piso

En este primer piso se encuentran todos los materiales y componentes más usados en producción a la hora de fabricar cada uno de los diferentes modelos de máquinas de café, dispensador y del Molino Q10.

A lo largo de los años, los responsables del almacén han ido distribuyendo los materiales más o menos bajo cierto criterio. Existen pasillos o grupo de estantes destinados a una familia de componentes en concreto o a una máquina en específico. En la *Figura 10* sale esquematizado aproximadamente la localización de estos casos.

No obstante, puede haber componentes que no formen parte de la familia de componentes a las que está dedicada aquella zona ya sea por falta de espacio o por no haber encontrado una ubicación más apropiada, generando cierto caos, desorden, y falta de control de dónde está el material.

En la *Figura 10* salen indicadas aproximadamente las zonas descritas anteriormente. También se indica qué grupo de componentes hay en cada una. Estos grupos son:

- **G1: Molino Q10.** En todo este pasillo se encuentran todos los componentes que van incluidos en el molino. En él, hay almacenados desde los componentes electrónicos como su cableado hasta piezas mecánicas. No hay componentes del molino Q10 en otra sección del almacén.
- **G2: Cableado general.** El cableado de cada modelo de máquina es diferente por lo que se encuentra almacenado en cajas diferentes. Todo el cableado de todos los modelos de máquina, a excepción del molino Q10, se encuentra en este pasillo.
- **G3: Componentes electrónicos.** En toda la zona izquierda del pasillo se encuentran mayoritariamente los componentes electrónicos que se colocan en las máquinas. Aquí se almacenan desde las botoneras, transformadores, termostatos y otros materiales similares.
- **G4: Ruby.** Esta sección del pasillo está destinada al modelo de máquina Ruby. Al tratarse de una máquina semiprofesional, los componentes que hay en ella tienen unas características diferentes a las que hay en los otros modelos por lo que se decidió agruparlos en una misma zona para facilitar la tarea al operario.
- **G5: Duchas de vapor y agua.** En esta zona del pasillo se almacenan, en su mayoría, componentes que se usan en los conjuntos de la ducha de vapor y de agua. Es decir, se pueden encontrar desde el cuerpo de los grifos hasta los tubos de descarga.

- **G6: Tubería.** Los distintos tubos que se colocan en una máquina se encuentran en esta zona. Además, dentro de esta zona, los tubos están agrupados según la máquina en la que se usan para facilitar al operario la preparación de lotes destinados a la producción de una máquina en concreto.

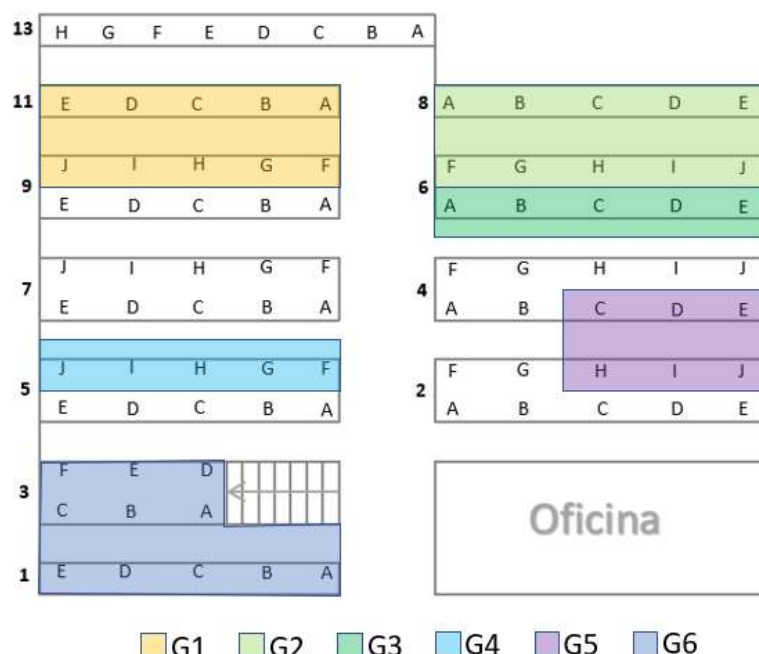


Figura 10: Distribución de componentes en el almacén (Fuente: Elaboración Propia)

En lo que respecta al resto del almacén, no existen zonas tan extensas como las anteriores centradas en componentes específicos, pero sí que los estantes suelen estar dedicados a componentes similares. Por ejemplo, en los estantes 4A y 4B, se encuentran las distintas electroválvulas que se colocan en las máquinas.

4.2.2. Segundo piso

Los componentes menos frecuentes se encuentran en este piso. Pese a que algún pasillo sí tiene un tipo de componente similar, la distribución de éstos no parece seguir ningún orden específico.

De este piso, las estanterías 23, 25 y 27 tienen productos de máquinas disponibles para la compra por parte de clientes por los que, pese a no tener una demanda elevada, sí tienen algo de movimiento. Por ejemplo, en los estantes 27G y 27H, se encuentran todos los records³ y otros

³ Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso que permite unir unos tubos con otros.

componentes que entran en contacto con el agua en una máquina de café, que han sufrido un tratamiento de niquelado. La demanda de estos componentes no suele ser muy elevada puesto que solo se usan en máquinas con destino a Estados Unidos.

Por otra parte, en las estanterías pares de este piso, se encuentra material con muy poco o incluso ningún movimiento, dado que hay componentes que ya no se usan en ninguna máquina que se esté vendiendo en la actualidad.

Sin embargo, dado la falta de espacio en el piso de abajo, en éste también se coloca material que, al pertenecer a máquinas que van a salir por primera vez a producción, se coloca en esos estantes puesto que se desconoce el nivel de demanda que van a tener. Este es el caso de los componentes de un nuevo modelo que se empezará a producir a mediados de éste 2018, cuya totalidad de la estantería 21 ha sido destinada a éste.

En resumen, en ambos pisos, al almacenar los componentes según la experiencia profesional de los propios responsables del almacén y no siguiendo unos criterios de optimización, existe una organización alejada de aquella más óptima que permitiría trabajar en condiciones más eficientes. De este modo, tanto los tiempos de almacenaje como de retirada de material son más altos de lo que podrían ser y puede existir una mayor dificultad a la hora de localizar ciertos componentes.

A modo aclaratorio, la siguiente tabla muestra los puntos más importantes descritos en este apartado.

	Capacidad	Codificación	Organización
Primer piso	11 estanterías	Estanterías numeradas del 1 al 31	Por familia de productos
	89 estantes con 3 niveles		Por el tipo de máquina en que se usan
Segundo piso	10 estanterías	Estantes codificados de la A a la J	Bajo criterio del personal
	64 estantes con 3 niveles		Componentes aun en uso cerca de la escalera
			Componentes con poca rotación al final

Tabla 2: Resumen de la descripción del almacén (Fuente: Elaboración Propia)

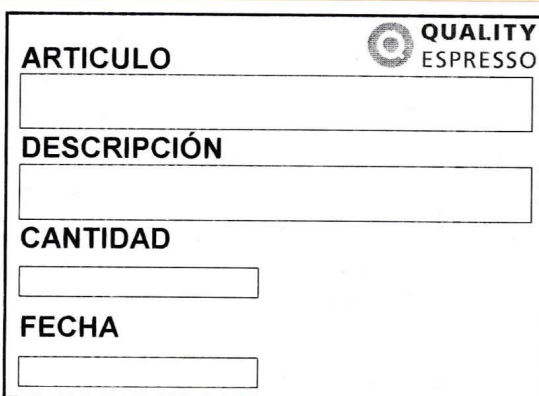
4.3. Etiquetado y almacenaje

El material se etiqueta y se almacena una vez el departamento de calidad da por conforme el lote. El tiempo aproximado que tarda un lote en ser evaluado y aceptado una vez se haya comprobado que cumple con las tolerancias de la empresa es de una semana, dado que en el control de calidad solo hay un responsable.

4.3.1. Etiquetado

El etiquetado del material nuevo del almacén se completa manualmente. Los operarios encargados de gestionar el almacén rellenan los campos de una etiqueta que posteriormente se engancha en la caja del material. En ella, han de indicar el código interno de la pieza, la descripción de la misma, así como la fecha en que es introducida. De esta forma, se tiene constancia del momento en que entró para poder cumplir con la política de gestión de la empresa basada en el "FIFO" (*"First in, first out"*) cuyo objetivo es el de sacar del almacén los componentes que llevan más tiempo en él.

Esta etiqueta es la que aparece en la *Figura 11*, la cual ha sido facilitada por los empleados del almacén.



Formulario de etiquetado de Quality Espresso. El formulario está dividido en cuatro secciones con campos de entrada:

- ARTICULO**: Campo de entrada para el código interno de la pieza.
- DESCRIPCIÓN**: Campo de entrada para la descripción de la pieza.
- CANTIDAD**: Campo de entrada para la cantidad de unidades.
- FECHA**: Campo de entrada para la fecha de introducción.

En la esquina superior derecha del formulario se encuentra el logo de Quality Espresso, que consiste en un círculo con un punto en el centro y el texto "QUALITY ESPRESSO" a su lado.

Figura 11: Etiqueta colocada en los productos del almacén (Fuente: Quality Espresso, S.A.)

No obstante, pese a que la idea principal fuese la de etiquetar todas las cajas que se introducen en el almacén, en la práctica, esto no se hace dado que pueden llegar lotes de un mismo componente con un gran número de cajas. El proceso de etiquetado actual requiere tiempo por parte de los operarios que, al tener un gran volumen de trabajo, no llegan a etiquetar todas, sino que solo lo hacen para una. Por otro lado, el campo de Cantidad no se completa puesto que la caja permanece en el almacén hasta que se han consumido todas las unidades dentro de la

misma y éstos, no se consumen de golpe sino progresivamente.

4.3.2. Almacenaje

Una vez el producto ha sido dado como conforme y se ha etiquetado, se deposita en el almacén. Durante la recepción del material y su posterior comprobación, se grapa a la caja del producto dos albaranes idénticos que serán posteriormente entregados a los departamentos de contabilidad y producción. La *Figura 12* muestra su aspecto.

CONTABILIDAD

N.º ALBARAN
ENTRADA

VALE DE ENTRADA					
NUMERO ORDEN	ENTREGA	ARTICULO	DESCRIPCION	UBIC. FABRICA	UBIC. SAT
PROVEEDOR		NOMBRE PROVEEDOR			
PRECIO UNITARIO			PRECIO TOTAL		

RECEPCION			
RECEPCIONADA	FECHA RECEPCION	CONTADO POR	NUMERO DOCUMENTO
1,00	28-02-2018		
COMENTARIOS RECEPCION			

CONTROL DE CALIDAD			
FECHA INSPECCION	CANTIDAD ACEPTADA	CANTIDAD DESPERDICIO	CANTIDAD RECHAZADA
COMENTARIOS INSPECCION			

Figura 12: Albarán de entrada para el departamento de contabilidad (Fuente: Quality Espresso, S.A.)

Como se puede observar, en el albarán vienen especificados tanto el código del producto, su descripción, así como su ubicación en la fábrica. Esta información es con la que los operarios rellenan las etiquetas y conocen la ubicación del producto dentro del almacén. En el caso de que no salga especificado la ubicación exacta del componente, siempre se puede recurrir al programa informático interno de la empresa en el que, al introducir en un apartado en concreto el código del componente, aparece indicada la ubicación.

Los materiales son almacenados en su caja original con la que el proveedor la trae y que luego se abre y se van sacando las piezas progresivamente según la demanda. En caso de la tubería, que es cortada, doblada y soldada enteramente en la propia fábrica, se almacena en cajas de plástico colocadas en la ubicación del almacén de cada tubo, de forma permanente. Este procedimiento se cumple para todos los materiales a excepción de los componentes niquelados que son almacenados en cajas estandarizadas, como se puede observar en la *Figura 13*.

Pese a que resulta más sencillo coger los materiales de estas cajas y, además, se optimizaría el espacio usado, las cajas estandarizadas no se usan en el resto de componentes puesto que éstos suelen tener un movimiento elevado y rellenar las cajas cada vez que llega un nuevo lote supondría al operario mucho tiempo. En cambio, los componentes niquelados, al tener poca demanda, sí resulta factible.



Figura 13: Almacenaje de los componentes niquelados (Fuente: Elaboración Propia)

4.3.3. Coste de almacenaje

En la base de datos de la empresa, no existe información sobre cuál es el coste aproximado que supone almacenar un producto. Por lo tanto, y puesto que este factor será de ayudar para comprobar la eficacia de las propuestas de mejora descritas en el punto 6, es necesario calcularlo.

Para ello, es necesario separarlo en dos partes: gasto en personal y el coste de amortización del equipo.

4.3.3.1. Gasto en personal

Es necesario saber el tiempo requerido por los empleados a la hora de descargar el material una vez el lote ha sido verificado por el departamento de calidad, hasta el almacén, el tiempo que tardan en etiquetar un producto y, finalmente, el tiempo medio que se puede tardar en colocar un producto en su ubicación correspondiente.

Después de observar a los empleados en sus diferentes tareas, se ha podido establecer un tiempo medio en sus diferentes actividades que corresponden a:

- Tiempo de descarga: 10-15 segundos por paquete

- Tiempo de etiquetado: 20-30 segundos por paquete
- Tiempo de almacenaje: 45-60 segundos por paquete

Para el cálculo del gasto en personal, también se ha de tener en cuenta el salario de dicho trabajador. Actualmente, los empleados del almacén también disponen de carné de carretillero porque su sueldo base oscilaría los 9€/hora. [9]

A su vez, se ha de sumar el coste de la seguridad social que corresponde a un 32% del salario bruto. Finalmente, se ha de tener en cuenta tanto los periodos de descanso del trabajador como los tiempos muertos que se producen y el periodo de vacaciones lo que supone, un coste total por trabajador de 15,95€/hora.

Por lo tanto, el gasto en personal se calculará como:

$$C_{personal} = (t_{desc} + t_{eti} + t_{al}) \times sueldo\ medio$$

$$C_{personal,min} = 0,3323 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$$

$$C_{personal,max} = 0,4652 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$$

4.3.3.2. Coste de amortización del equipo

Para el cálculo de la amortización del equipo, se tendrán en consideración los máximos coeficientes de amortización lineal aprobados en la Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto sobre Sociedades. [2]

Para ello, se calculará el coste de amortización de los diferentes equipos con los que los trabajadores realizan sus funciones, el tiempo de su vida útil, su coste inicial y su coste residual. Dichos costes vienen reflejados en la siguiente tabla.

	Guantes de protección	Calzado de seguridad	Uniforme de trabajo	Carretillas
Coste mínimo	$7,6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$3,33 \cdot 10^{-5} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$1,30 \cdot 10^{-4} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$1,60 \cdot 10^{-4} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$
Coste máximo	$1,04 \cdot 10^{-4} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$4,67 \cdot 10^{-5} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$1,82 \cdot 10^{-4} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$	$2,18 \cdot 10^{-4} \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$

Tabla 3: Coste de amortización mínimo y máximo para el equipo de trabajo

4.3.3.3. Coste total de almacenaje

$$C_{al,min} = 0,3327 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$$

$$C_{al,max} = 0,4658 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$$

Según los cálculos, el coste de almacenamiento por paquete oscilaría, aproximadamente, entre los $0,3323 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$ y los $0,4658 \frac{\text{€}}{\text{paquete}}$.

4.4. Inventario

En este apartado, se explicarán los trámites y gestiones que se realizan para retirar componentes del almacén, así como descontar el material retirado del stock ya haya sido por haberse utilizado para la fabricación de una máquina o por petición de otro departamento.

La diferencia entre el inventario físico real y el que aparece en el sistema informático representa un coste considerablemente elevado, siendo éste de 211.033,76€ en 2016 y de 269.101,96€ en 2017.

En la *Figura 14* aparece representado un diagrama de flujo en el que queda representado la operativa que se sigue cuando hay movimiento dentro del almacén, ya sea de entrada o de salida. Posteriormente, se explicará con más detalle los diferentes casos en que el inventario es modificado y los trámites o gestiones que se ha de hacer previamente.

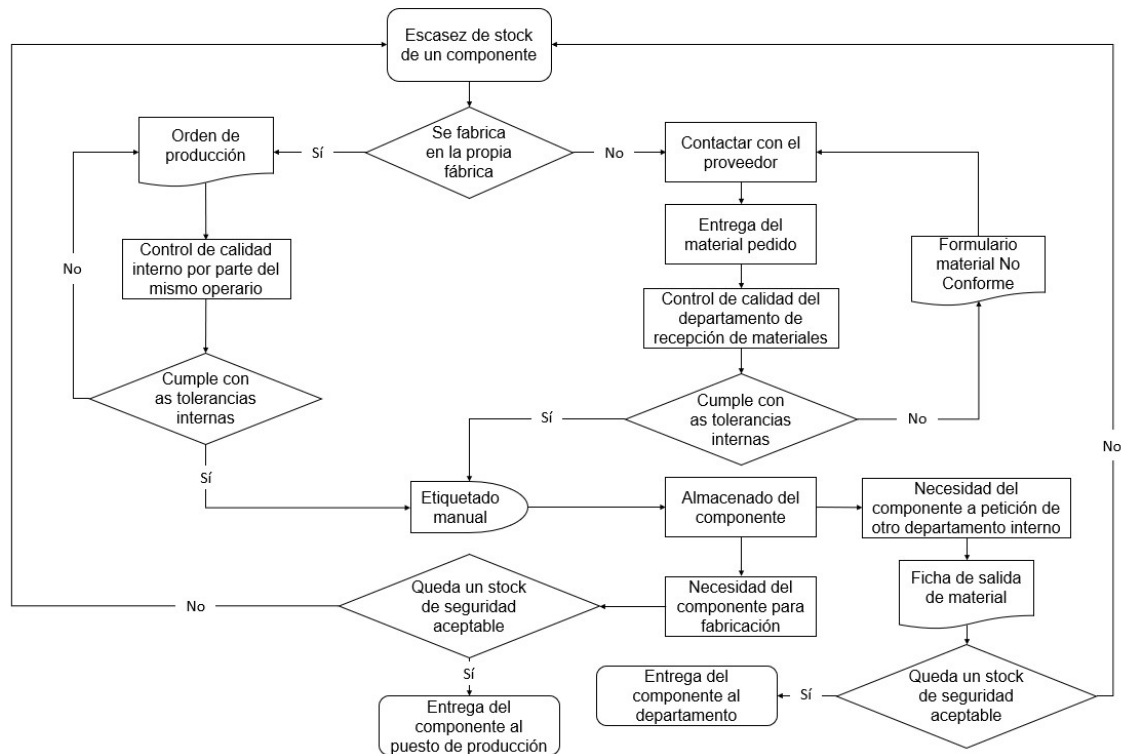


Figura 14: Diagrama de flujo del material del almacén (Fuente: Elaboración Propia)

4.4.1. Llegada de nuevo material

La inclusión del nuevo material que es introducido en el almacén en el stock informático de la empresa lo realiza el departamento de producción una vez el material haya sido dado como conforme por el departamento de calidad. Esta gestión se realiza de esta manera para reducir las acciones ya que se evita tener que descontar el material que se devuelve al proveedor en caso de que no cumpliera con las tolerancias de Quality Espresso, S.A.

En caso de que el material nuevo no provenga de un proveedor, sino que es un producto fabricado en la propia empresa, como por ejemplo los tubos, éste se añade al stock de la base de datos una vez el departamento de producción haya confirmado que se ha realizado con éxito la orden de fabricación emitida con anterioridad. El propio operario encargado de fabricar dichos componentes realiza personalmente el control de calidad basándose en las pautas impuestas por el departamento técnico.

4.4.2. Material para la fabricación de máquinas

El material necesario para la fabricación es entregado en los puestos de producción a principios de cada semana cumpliendo con el plan de producción previsto. Sin embargo, el material no se descuenta del stock hasta que la máquina no se haya fabricado y embalado. Esta gestión lo

indiquen la rotación de los productos. De hecho, tampoco existe una catalogación del material en función de su demanda lo que dificulta el cálculo exacto de la rotación.

La rotación de los materiales puede llegar a ser muy dispar. En el segundo piso, se encuentran los productos con apenas rotación y muchos, están ya fuera de uso, pero se guardan en caso de que un cliente solicite algún recambio. Según la política de la empresa, almacenan componentes hasta 10 años después de que dicho componente haya sido dado de baja en la estructura de las máquinas siempre y cuando éste, no pueda ser sustituido por uno en uso.

Por otro lado, pese a que en el primer piso se encuentren los componentes más utilizados, algunos tienen rotaciones muy diferentes puesto que no existe una tasa fija de fabricación al mes, sino que varía según la demanda de los clientes. Eso supone que, si un modelo de máquina tiene poca demanda durante un periodo de tiempo, sus componentes sufrirán pocos movimientos en el almacén.

Sin embargo, con tal de poder tener una visión aproximada de la rotación, se calculará para diferentes componentes de máquinas con una tasa actual de fabricación elevada. Los componentes más comunes, como por ejemplo las electroválvulas, tienen una demanda aproximada de 2000-3000 unidades al mes lo que supone una rotación anual de 12 lotes. Para productos más específicos para modelos como el cableado, éstos tienen una demanda de 100-150 al mes, lo que supone una rotación anual de 6 lotes.

4.5.1. Clasificación ABC

No existe dentro de la empresa una clasificación que diferencie unos componentes de otros, factor el cual se considera que puede ser de utilidad para el desarrollo del proyecto. De este modo, se procede a clasificar los componentes almacenados en función de la rotación que éstos tengan.

Por lo tanto, y con la ayuda de tanto el responsable al frente del almacén y con el responsable de recepción de materiales, se ha construido la siguiente tabla de clasificación. Para la clasificación se ha seguido un criterio ABC lo que permitirá centrarse en aquellos componentes más importantes tanto en la organización del almacén como en las preferencias a la hora de contar el inventario. [7]

- A-** Productos con un nivel alto rotación (≤ 2 meses)
- B-** Productos con un nivel medio de rotación (≤ 6 meses)
- C-** Productos con un nivel bajo de rotación (> 6 meses)

Clasificación	Componentes
A	<ul style="list-style-type: none"> • Existentes en las estructuras de modelos Vetro, Rimini, Ottima, Ruby y Molino Q10 • Electroválvulas • Racords, inyectoros y válvulas • Remaches y soportes • Pomos y grifos de vapor y agua • Tubería
B	<ul style="list-style-type: none"> • Cableado • Centralitas • Botoneras • Bandejas • Sondas • Perfiles
C	<ul style="list-style-type: none"> • Productos niquelados • Electrónica a 110V de voltaje • Específicos para países fuera de la Unión Europea • Componentes fuera de uso para recambios

Tabla 4: Clasificación de los productos según su rotación (Fuente: Elaboración Propia)

El criterio no ha sido otro que la frecuencia de salida y entrada de material. En el primer bloque, los componentes tipo A, con lotes que pueden variar mucho en volumen ocupado en el almacén, se reciben nuevos como mucho cada 2 meses.

En los componentes tipo B, se reciben lotes nuevos cada 3-6 meses y los de tipo C cada 6 meses o más. Los componentes que llevan almacenados más de 24 meses se consideran productos con apenas rotación.

4.5.2. Coste de preparación de lotes

En épocas de producción normal, una vez por semana, los responsables del almacén abastecen a las líneas de producción todos los componentes necesarios según la previsión de montaje de la semana. Esto conlleva la preparación media de 4 carros y 2 palés por línea.

Los carros se dejan preparados en la entrada del almacén y el responsable de la línea de producción lo recoge y se encarga de distribuir el material según su criterio. Mientras tanto, los palés son llevados por los propios responsables del almacén mediante carretillas elevadoras.

Actualmente, el abastecimiento completo a las líneas supone un tiempo aproximado de entre 4

y 8 horas, en función de la línea. Sin tener en cuenta el tiempo que requiere a los empleados llevar los palés y volver, ya que el camino que utilizan es el más corto posible, la preparación de cada carro les supone un tiempo de 7 minutos, aproximadamente. El tiempo de preparación de lotes ha sido calculado observando a los empleados en una jornada habitual de trabajo.

Teniendo en cuenta este tiempo y el salario de los empleados indicado en el punto 4.3.3.1, la preparación de cada lote supone un coste de $1,86 \frac{\text{€}}{\text{lote}}$.

4.6. Sistema informático utilizado

Actualmente, Quality Espresso, S.A. utiliza un ERP (*“Enterprise Resource Planning”*) desarrollado por Cosmos llamado QGestion. Presenta una arquitectura cliente/servidor orientado a la gestión integrada y completa de la actividad empresarial. [2]

Presenta diferentes funciones en departamentos tales como la contabilidad, tesorería y finanzas, gestión comercial, ventas, compras, producción y, por supuesto, gestión de almacén. Desde él, se puede acceder a archivos con información detallada de los artículos disponibles, un historial de movimientos, inventarios, etiquetaje y muchas otras aplicaciones que pueden resultar de interés.

Cada empleado que trabaja con QGestion tiene su usuario propio en el que se limita su acceso a las gestiones que le corresponden a su puesto, es decir, los responsables del almacén no tienen acceso a, por ejemplo, las gestiones contables puesto que exceden a sus competencias. De esta forma, se evitan problemas que pueden ocurrir si un empleado realiza una modificación por error en los datos de otro departamento.

Cabe recalcar que la dirección no contempla la posibilidad de cambiar el ERP utilizado por lo que el estudio de mejora deberá ajustarse a los requerimientos que dicho programa ofrece y requiere.

5. Problemática actual y necesidades de ajuste

En este apartado se pretende exponer una visión global de la problemática encontrada en el sistema actual, así como explicar las impresiones, experiencias y posibles peticiones de diferentes sectores de la empresa para, posteriormente, poder proponer las medidas adecuadas para su solución.

5.1. Entrevistas

5.1.1. Entrevista a los responsables del almacén

El personal a cargo de la gestión de los materiales del almacén consta de tres empleados. Cada uno de ellos expuso su punto de vista en el puesto de trabajo y opinaron sobre posibles medidas que les ayudaría durante el día a día.

La primera crítica que se recibió por parte de los responsables del almacén fue la del exceso de papeleo con el que lidiaban a diario, además del trabajo, en su opinión, demasiado manual que, según ellos, “se pierde mucho tiempo etiquetando el material nuevo y, en el momento de almacenar el producto, controlar que se coloca de forma adecuada para que no se retire antes que los que llevan más tiempo almacenados”. A su vez, un cambio en la planificación de la producción de la semana les dificultaba el trabajo puesto que deben recuperar el material entregado en los puestos de fabricación y proveer de los nuevos componentes; hecho que puede provocar pérdida de material o errores.

También admitían, que, al tratarse de un etiquetado manual, en el que deben escribir tanto la denominación de la pieza como su código interno de 8 dígitos, se podía producir un error ya no solo de etiquetado, sino de almacenar el producto en un lugar incorrecto que dificultase, luego, la localización de dicho producto.

Además, si los lotes que llegaban por parte del proveedor había un gran número de paquetes, dado el tiempo que requiere realizar una etiqueta, los empleados etiquetaban únicamente una o dos cajas y luego las almacenaban todas. Esto provoca que, en ocasiones, haya productos en el almacén que, pese a estar colocados en su ubicación correcta, éstos no tenían etiqueta que especificase su código de referencia o el día en el que llegaron.

Por otra parte, aseguran que algunos de los productos no tienen una ubicación lógica o que, especialmente en el segundo piso, el código de las estanterías puede resultar un tanto caótico

pero que, dada su experiencia en el almacén, conocen dónde están ubicados la mayoría de productos, aunque indican que, en el caso de que se incorporase un nuevo compañero como responsable de almacén, éste tendría alguna dificultad en habituarse.

Finalmente, como peticiones de mejora, todos coincidían en una organización del almacén que les permita reducir tanto los tiempos de preparación de lotes como los del almacenaje de los materiales y una reducción del trabajo manual con el que tener una menor probabilidad de error.

5.1.2. Entrevista a los operarios de fabricación

Se entrevistó a varios operarios en diferentes líneas de fabricación de la empresa con el fin de conocer su opinión y la forma en la que cada uno gestiona el material con la que se fabrican las máquinas.

Todos coincidieron que sus necesidades principales residen en un aprovisionamiento rápido de material en el caso de que éste se les agote y los lotes de material que reciban sea el correcto y suficiente. Sin embargo, ni uno presentó alguna queja al respecto y aseguraron que disponen siempre del material necesario.

Por otra parte, de vez en cuando algún componente viene ya defectuoso por parte del proveedor pero que, salvo que encuentren un gran número de defectuosos, no lo notifican al responsable de producción puesto que ya se tienen en cuenta un porcentaje de defectos por lote por parte del proveedor (entre un 2 y un 5% del total del lote en función del tipo de componente). No obstante, el material defectuoso se tira y no se registra en ningún lado.

Además, admiten que en caso de que algún componente se les rompa por algún fallo en el puesto de fabricación, no acostumbran a notificarlo a sus superiores. Lo que hacen es tirar el componente y sustituirlo y, en caso de que no les quede ese componente en el puesto de fabricación, lo solicitan al almacén.

5.1.3. Entrevista a la dirección de Quality Espresso, S.A.

El objetivo de esta entrevista se basa en conocer qué prioridades tiene la dirección con respecto a la gestión del almacén y qué condiciones esperan que exista puesto que no entran en contacto con el material del almacén.

Se informó que, en relación al almacén, destacaban dos prioridades: la primera se basa en que el desarrollo de las funciones del almacén sea ordenado y controlado y que permita, a su vez, unas condiciones y ambiente de trabajo favorables para los trabajadores. La segunda se basa

en el principio de coste mínimo que implica un trabajo rápido pero eficaz por parte de los trabajadores y un desfase de inventario mínimo para evitar realizar compras de material que se podrían haber evitado.

Se muestran satisfechos con el desarrollo actual de la empresa, pero coinciden en que existe un margen de mejora que esperan que se satisfaga.

5.2. Conclusiones de las entrevistas

Una vez finalizada la ronda de entrevistas, se pueden extraer dos conclusiones principales. En primer lugar, destaca la importancia que existe en los diferentes sectores de la empresa para que se reduzcan todos los tiempos, es decir, el tiempo de almacenaje, el de preparación de lotes y el de aprovisionamiento. Por lo tanto, se estudiarán medidas que lo corrijan y se hará una planificación para su posterior puesta en marcha.

Es segundo lugar, se buscarán soluciones para reducir factores como pérdida de material y se estudiarán medidas para tener un mayor control del material para que el inventario físico y en el sistema informático sean lo más parecido posible.

5.3. Problemática actual

Una vez realizado el análisis del almacén, se han detectado ciertos puntos en los que se podría mejorar su rendimiento y facilitar el trabajo no solo a los empleados que se encuentran en la plantilla actualmente, sino a posibles futuras incorporaciones para que les resulte más fácil adaptarse y conocer el funcionamiento de dicho almacén.

5.3.1. Etiquetado

En primer lugar, el material nuevo, ya provenga de un proveedor o haya sido fabricado dentro de la empresa, ha de someterse a un proceso de etiquetado que, según se especifica en el punto 5.3.3.1, conllevaría un tiempo de entre 20-30 segundos por paquete.

Al realizarse de forma manual, pueden presentarse casos en los que se etiqüete de forma incorrecta escribiendo erróneamente la denominación del componente o su código de referencia. Sin embargo, detallar la denominación del producto representa un tiempo de 5-10 segundos en el proceso de etiquetado el cual se podría prescindir.

La denominación no parece un aspecto importante dentro del almacén puesto que tanto la

localización dentro del almacén del producto como en las hojas de *picking*, el código de referencia es el que cobra protagonismo. En un almacén bien organizado con la localización del producto bien detallado en el sistema, es suficiente con introducir el código de referencia para localizar correctamente el componente.

Problemática encontrada	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo excesivo en el etiquetado (20-30 segundos) • Etiquetado manual que puede provocar errores. • Especificación de la denominación del producto innecesaria. • Falta de etiquetado en algunos paquetes.
--------------------------------	---

Tabla 5: Problemáticas encontradas durante el etiquetado (Fuente: Elaboración Propia)

5.3.2. Almacén

El almacén presenta la problemática principal de tener una codificación de las estanterías que puede inducir a error. En muchos casos, la codificación de los estantes no está hecha de forma intuitiva lo que podría provocar confusión en el empleado que supondría un mayor tiempo para encontrar dicho producto y, por lo tanto, mayor coste relativo de almacenaje o de preparación del lote. Sin embargo, este problema tiene fácil solución y viene explicada en el punto 6.2.

Otro aspecto que fomenta este hecho es la falta de codificación de los diferentes niveles de los estantes. No sale especificado en ningún lugar si un producto se encuentra en el estante de arriba, del medio o en el de abajo lo que, de nuevo, puede traducirse en una mayor dificultad para encontrar el producto.

No obstante, tanto los estantes como las estanterías están claramente señalizadas con etiquetas visibles como sale especificado en la *Figura 7*.

Problemática encontrada	<ul style="list-style-type: none"> • Codificación poco intuitiva de las estanterías. • Falta de codificación de los diferentes niveles de los estantes. • Pérdida de tiempo por pérdida de localización.
--------------------------------	---

Tabla 6: Problemáticas encontradas en el almacén (Fuente: Elaboración Propia)

5.3.3. Almacenamiento y *Picking*

Los productos almacenados en el almacén varían mucho en lo que se refiere al tamaño de caja en el que se almacenan. Existen productos de la misma anchura, o similar, que la de la estantería, es decir, de aproximadamente 80 cm. Estos productos no presentan dificultad a la

hora de respetar el “FIFO” puesto que se almacenan, en caso de que haya más de un paquete, uno al lado del otro. Sin embargo, hay productos de dimensiones pequeñas que son los que dan más problemas.

Tanto en el momento de almacenar dicho producto como en el de retirarlo, se ha apreciado el mismo problema. En caso de que se almacene un producto, el empleado debe redistribuir el estante para colocar el nuevo material al fondo del mismo y, el viejo, colocarlo al frente. Por otra parte, en el caso de retirar material, el empleado comprueba nuevamente que el material que se retira es el que lleva más tiempo almacenado.

Esta acción representa entre 3-10 segundos, en función del número de paquetes que se encuentran almacenados del mismo componente. Sin embargo, hay ocasiones que, por falta de tiempo o por descuido del mismo empleado, no se respeta la política de “FIFO”.

Este hecho representa un problema ya que, los componentes pueden someterse a cambios llevados a cabo por la oficina técnica y que se busca agotar el stock actual antes de introducirlos en las máquinas. Por lo tanto, si no se respeta el “FIFO”, puede provocar que exista material desfasado en el almacén, lo que supone un gasto para la empresa.

Por estos motivos, en los siguientes puntos, se buscarán alternativas que faciliten al empleado el cumplimiento de dicha política. Por otra parte, no se han observado problemáticas en relación al *picking* del material más allá de la necesidad de realizarlo a mano.

En segundo lugar, en algunos casos, existe una disposición un tanto caótica de los materiales que puede suponer que no estén colocados en el lugar óptimo en función de la familia a la que pertenece dicho componente o el nivel de demanda que éste tiene. De hecho, no existe ninguna clasificación dentro de la empresa en función de la demanda por lo que no hay un trato preferencial a tales componentes.

<p>Problemática encontrada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Largos tiempos para almacenar o retirar productos. (45-60 segundos) • Dificultad para cumplir con el “FIFO”. • Distribución caótica de los materiales dentro del almacén. • Falta de clasificación de los productos según su demanda.
---------------------------------------	--

Tabla 7: Problemáticas encontradas durante el almacenamiento y retirada de material (Fuente: Elaboración Propia)

5.3.4. Inventario

El desfase entre el inventario real y el que aparece en el sistema se debe como consecuencia a varios de los problemas anteriormente mencionados, sumados a otros factores que se detallarán a continuación. Por lo tanto, es probable que la resolución de algunas de las anteriores problemáticas tenga un efecto directo en el inventario.

Otro factor de importancia con efecto negativo en el inventario es un posible fallo de comunicación entre los responsables del almacén. Dicho fallo puede suponer que la retirada de material del almacén a petición de un departamento interno de la empresa no sea registrada.

A su vez, dado que la ficha de salida se rellena manualmente, pueden producirse fallos a la hora de introducir los códigos de referencias. Dado que la retirada de material del stock informático lo lleva a cabo el departamento de producción y no los mismos responsables del almacén, éste no puede comprobar si el material que está descontando pertenece al componente correcto.

Dado el sistema de negocio de Quality Espresso, S.A., en el que permiten cambios en el plan de producción en función de la demanda que pueda ocurrir a lo largo del mes, y dado que los responsables del almacén entregan el material necesario a los puestos de fabricación a principios de semana, el cambio supone que se debe retirar los componentes innecesarios y entregar los nuevos una vez se reciba la orden de cambio.

A lo largo del este proceso se puede producir pérdida de material y, en caso de no tener un registro en condiciones, puede haber equivocaciones. Dado que el modelo de negocio no está sujeto a cambios, las propuestas de mejora se centrarán en mejorar tanto la documentación o procedimientos para estos casos, si fuera posible.

Finalmente, otro factor clave en el posible desfase de inventario puede producirse debido al sistema informático. Un sistema lento y poco intuitivo puede provocar una pérdida de concentración del usuario lo que provoca fallos o descuidos del mismo. Además, al tratarse de un sistema poco intuitivo, el personal debe ser formado correctamente para poder hacer uso de él. Una mala o insuficiente formación puede, no solo afectar al inventario, sino a otros aspectos de importancia dentro de la empresa.

Dado que existen muchos factores que repercuten en el inventario, se ha construido un árbol de causas a modo aclaratorio para errores en el sistema informático y para errores en el stock físico

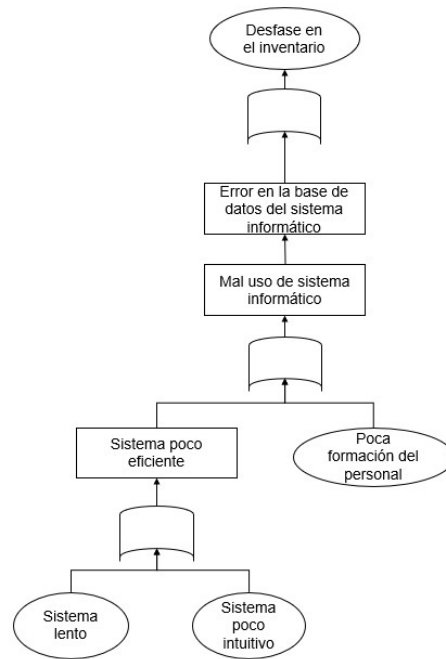


Figura 16: Árbol de causas del desfase de inventario debido a errores en el sistema informático
(Fuente: Elaboración Propia)

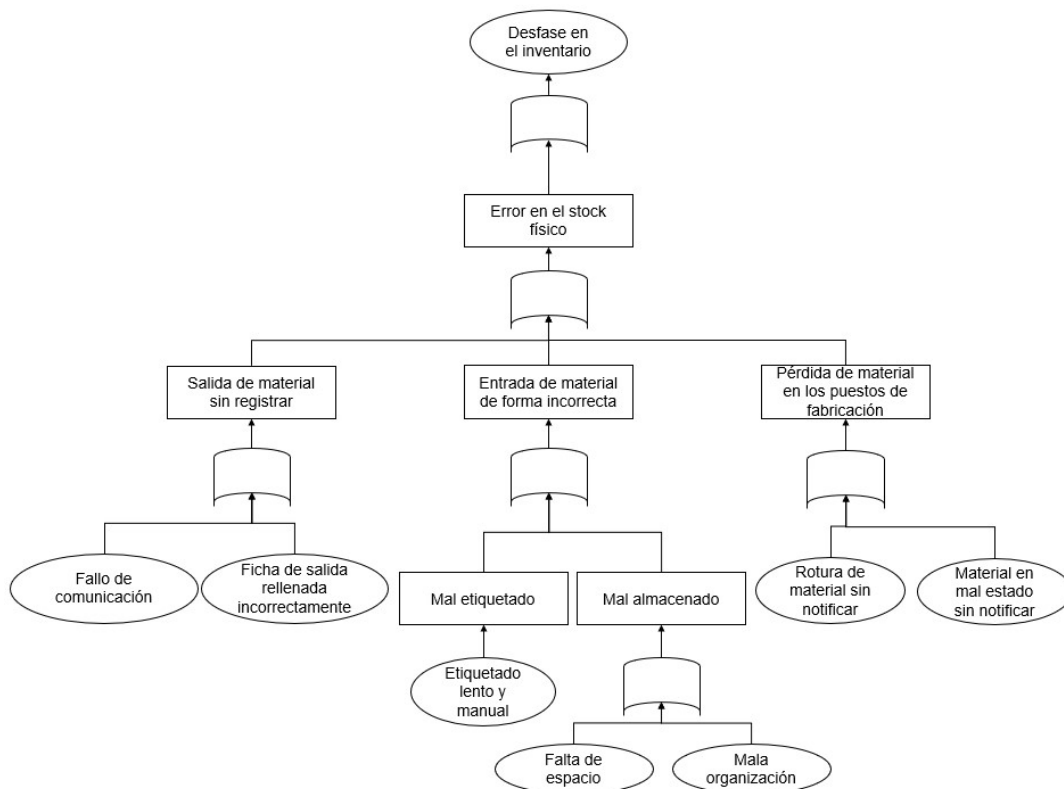


Figura 17: Árbol de causas del desfase de inventario debido a errores en el stock físico
(Fuente: Elaboración Propia)

Cabe mencionar las consecuencias que puede provocar la inexactitud entre las existencias físicas de los componentes almacenados y los registros correspondientes en la base de datos de la empresa para poder tener una idea general de su posible impacto. [3]

Las consecuencias principales serían:

- Inventarios excesivos en algunos artículos.
- Escasez de componentes con retraso en la planificación de producción.
- Estancamiento físico de productos con riesgo de caducidad y obsolescencia.
- Inexactitud de las publicaciones financieras.

Es por ello que se deben tomar medidas preventivas para garantizar su exactitud y reducir al mínimo el posible impacto económico negativo en la empresa.

6. Propuestas de mejora

Una vez presentadas las problemáticas encontradas a lo largo del estudio del almacén, se explicarán a lo largo de este punto, varias propuestas para solucionar dichas problemáticas, con un análisis que permitirá, posteriormente, cuantificar los efectos de mejora que éstas han propiciado

6.1. Etiquetado

Según lo especificado en el punto 4.3.1., en el etiquetado se perdía una cantidad de tiempo elevada por paquete que provocaba que, en ocasiones, no se etiquetase la totalidad de un lote sino una o dos cajas, únicamente.

Por lo tanto, es necesario encontrar una alternativa que permita reducir considerablemente el tiempo de etiquetado, a la vez que asegure un número muy bajo de errores con tal de que, no solo permita a los empleados tener el tiempo suficiente para etiquetar todo el lote, sino también reducir, indirectamente, el coste de almacenamiento.

Para ello, se propone implementar el uso de código de barras en los productos que, mediante su lectura, acceda a la base de datos de la empresa e imprima directamente una etiqueta en el que se indiquen todos los detalles más relevantes del producto, así como la fecha en que la etiqueta se ha impreso. De esta forma, el proceso de etiquetado dejaría de ser manual, reduciendo los errores al mínimo y agilizar el proceso al máximo.

Cabe destacar que el programa QGestion permite la implementación del código de barras en caso de que se decidiese continuar operando con dicho sistema. De este modo, será necesario especificar qué productos existentes en el mercado cumplen con los requerimientos especificados.

Se necesitarán, por tanto, lectores de códigos de barras y una impresora compatible.

- **Lector de códigos de barras**

Al haber tres empleados responsables de la gestión del almacén, harán falta el mismo número de lectores para evitar la necesidad de compartirlo y poder trabajar con mayor rapidez. De esta forma, cada uno llevará consigo en todo momento el lector con el que podrán realizar diferentes operaciones en cualquier lugar y momento.

Se necesitará un lector que no solo lea códigos de barras, sino que también permita realizar operaciones dentro del sistema desde el mismo terminal. El motivo se explicará con más detalle en el punto 6.4.

El lector propuesto es el terminal Zebra TC8000 que sale especificado en la *Figura 18*. Permite una interacción entre usuario y sistema de datos con el que poder realizar diversas funciones mediante una pantalla táctil. Entre sus funciones también se encuentra la posibilidad de conectarlo a otros dispositivos, tales como una impresora de etiquetas, y así poder cumplir con la función que deseamos.



Figura 18: Terminal Zebra TC8000 (Fuente: Zebra Technologies)

En la siguiente tabla se detallan las especificaciones técnicas del terminal, así como las principales ventajas que conlleva.

Dimensiones	233 mm L x 76 mm W x 64 mm D
Pantalla	800 x 480 píxeles; diagonal de 4,0 pulgadas; pantalla LCD transreflectiva; admite 16,7 millones de colores (24 bits); 400 NIT
Peso	490g
CPU	Procesador Dual Core 1.7 GHz
Sistema Operativo	Android 5.1x (Lollipop)
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• Ligero con mango ergonómico para un uso más cómodo• Rapidez en la lectura de código de barras (1 segundo)• Permite un aumento en la productividad• Interacción con la base de datos de la empresa• Conexión con otros dispositivos

Tabla 8: Especificaciones técnicas y ventajas del terminal Zebra TC8000 (Fuente: Elaboración propia a partir de [5])

- **Impresora de etiquetas**

En cuanto a la impresora, existen dos opciones posibles: la compra de una impresora fija cerca de lugar donde se etiquetan los materiales o la compra de impresoras portátiles donde a cada empleado se le asignará una.

Esta última opción es la que se recomienda puesto que permite la impresión de etiquetas de manera simultánea por parte de los empleados y permitirá una mejora en la productividad. Además, el hecho de que exista la posibilidad de que la llevan consigo, les permitirá imprimir etiquetas en cualquier lugar y momento en caso de encontrar irregularidades en el etiquetado de productos ya almacenados.

Al haber dos de los tres empleados responsables de la gestión del almacén encargados también del etiquetado de los productos, harán falta el mismo número de lectores para evitar la necesidad de compartirlo y poder trabajar con mayor rapidez.

Para asegurar la compatibilidad con el lector de código de barras antes propuesto, se ha propuesto una impresora portátil del mismo proveedor y que además cumple con las especificaciones requeridas. Se trata de la impresora portátil Zebra QLn420 representada en la *Figura 19*.



Figura 19: Impresora portátil Zebra QLn420 (Fuente: Zebra Technologies)

En la siguiente tabla se detallan las especificaciones técnicas de la impresora, así como las principales ventajas que conlleva.

Dimensiones	165 mm x 187 mm x 82,5 mm
Peso	1,1 kg con batería

Anchura de impresión	104mm
Longitud de impresión	Min: 12,7 mm Max: 813 mm
Velocidad de impresión	Hasta 102 mm por segundo
Capacidades de comunicación e interfaz	<ul style="list-style-type: none"> • Opción ZebraNet® 802.11n • Radio Bluetooth 3.0 • Compatibilidad con Ethernet 10/100
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Uso fácil • Pinza de cintura para que el empleado pueda llevar la impresora cómodamente. • Compatibilidad con el lector de código de barras. • Posibilidad de imprimir etiquetas con las dimensiones requeridas en cualquier lugar y momento

Tabla 9: Especificaciones técnicas y ventajas de la impresora portátil Zebra QLn420 (Fuente: Elaboración propia a partir de [6])

De este modo, con la implementación de ambos dispositivos, se conseguiría reducir el tiempo de etiquetado hasta 5 segundos, mejorando considerablemente la productividad de los empleados. Además, permitiría a los empleados poder etiquetar la totalidad de los paquetes y reducir a casi 0, los posibles errores que se pudiesen producir debido al etiquetado manual.

Propuesta	Repercusión
Uso de código de barras y uso de un lector de código de barras e impresora	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor control de inventario mediante recuentos cíclicos • Menor tiempo de etiquetado • Reducción de errores al introducir los códigos de referencia • <i>Picking</i> más ágil

Tabla 10: Resumen de la propuesta de etiquetado (Fuente: Elaboración Propia)

6.2. Almacén

La problemática principal que se encontró fue la de una codificación poco clara e intuitiva para el trabajador. Su solución más inmediata y económica no es otra que cambiar dicha codificación.

Existen dos tipos de codificación que se podrían ajustar a la organización actual del almacén. La numeración por estantería y la numeración por pasillo. Dado que existen zonas dedicadas a productos que pertenecen a un mismo modelo de máquina o a una familia de componentes en concreto, como se indica en la *Figura 10*, y éstas, en su mayoría, se accede desde un mismo pasillo, se considera más adecuado codificar por pasillos.

Para ello, a cada pasillo le corresponderá una numeración del 1 al 11, en el caso del primer piso, y del 21 al 31, en el segundo. Se continuará usando el mismo criterio que existía actualmente, es decir, en relación a la entrada al almacén, los pasillos que queden a la izquierda tendrán una numeración impar y los de la derecha, par.

Para los estantes, con el propósito de agilizar la localización del producto, se dejará de usar una codificación alfabética y se sustituirá por una codificación numérica. En relación al comienzo del pasillo, la codificación será ascendente que, al igual que ocurría con los pasillos, los estantes situados a la izquierda tendrán una numeración impar y los de la derecha, par.

Finalmente, otra de las problemáticas que se encontró fue que no había una codificación para los diferentes pisos de los estantes. Por este motivo, se ha decidido añadir dicha identificación. Al haber únicamente tres pisos y, para distinguirlos claramente de la codificación del pasillo y estante, se propone utilizar una codificación ABC siendo la estantería más alta la A y la más baja la C.

Por lo tanto, la nueva numeración propuesta tendrá la siguiente codificación;



Figura 20: Codificación propuesta para la ubicación de componentes (Fuente: Elaboración Propia)

En cuanto a las nuevas codificaciones de ambos pisos, aparecen indicadas en la *Figura 21* y la representación de un estante aparece en la *Figura 22*.

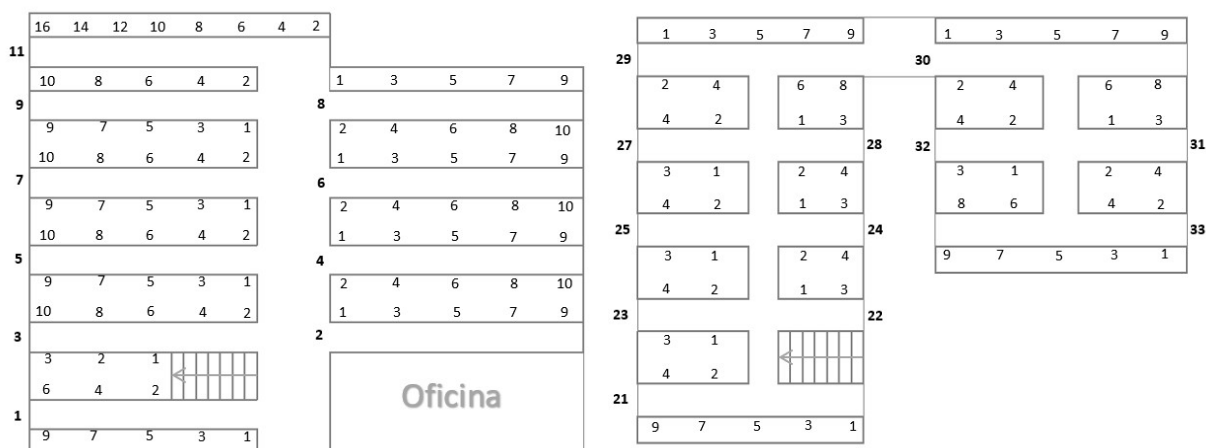


Figura 21: Codificación propuesta para el almacén (Fuente: Elaboración Propia)

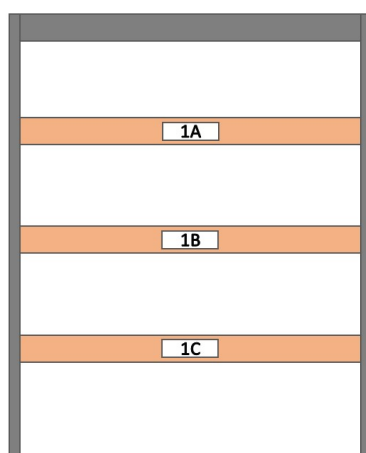


Figura 22: Representación de un estante con su nueva codificación (Fuente: Elaboración Propia)

Esta propuesta supone una inversión nula por parte de la empresa, aunque supondrá un gasto por las horas de trabajo del personal encargado de realizar el cambio tanto el base de datos como en el propio almacén, pero permite conocer con exactitud la ubicación del producto y resulta ser un sistema fácil de aprender en caso de que haya una nueva incorporación a la plantilla de responsables de almacén.

Su puesta en marcha, sin embargo, deberá hacerse de manera gradual, puesto que se ha de modificar la codificación de la ubicación de los componentes en la base de datos a la vez que se cambia las etiquetas en el propio almacén. Realizarlo de esta forma evitará posibles confusiones mientras coexistan ambas codificaciones. No obstante, dicha planificación se detallará en el punto 11.

Propuesta	Repercusión
Cambio de codificación	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación más rápida del material. • Disminución del tiempo de almacenaje y preparación de lotes.

Tabla 11: Resumen de la propuesta de almacén (Fuente: Elaboración Propia)

6.3. Almacenamiento y *Picking*

Se encontraron varias problemáticas durante el almacenaje que debían resolverse para mejorar la eficiencia del almacén. En primer lugar, se perdía mucho tiempo comprobando la antigüedad de los paquetes ya almacenados con tal de respetar el “FIFO”; en ocasiones, incluso, se daban situaciones en que no se respetaba.

Uno de los factores que influía en la dificultad de cumplir el “FIFO” para componentes con embalajes de pocas dimensiones, es el tipo de estantes en el que los productos se almacenan. Para tales productos, se propondrá sustituir el estante, actualmente de aglomerado, por uno con rodillos. Para que los rodillos funcionen a máxima eficiencia, también se deberá inclinar ligeramente el estante y colocar un tope al fin de él para evitar que las cajas caigan al suelo.

De esta forma, se evitará cambiar las estanterías enteras ya que existen diferentes complicaciones al respecto:

- a) La sustitución de las estanterías enteras supondría un coste muy elevado para la empresa no solo por la compra de las mismas, sino por el tiempo requerido para su desmontaje y montaje.
- b) No todos los productos requieren de estanterías con rodillos dadas las dimensiones de los mismos por lo que el cambio de los estantes de dichos productos supondría un gasto elevado para un beneficio nulo.

Esta solución lleva a otro punto, el sistema de ubicación de productos. Los productos se pueden ubicar de dos formas diferentes: posición fija y posición aleatoria. El sistema de posición fija implica que un producto ocupe siempre la misma posición del almacén mientras que un sistema de posición aleatoria implica que el producto se almacene en cualquier hueco que esté vacío.

Puesto que el almacén no está suficientemente informatizado y trabaja básicamente con sistemas manuales y, pese que este sistema tiende a encarecer el coste de almacenamiento, el sistema de posición fija es el más adecuado a la situación actual. Cabe destacar que se consideró

la opción de cambiar el sistema puesto que una de las quejas más habitual entre los empleados del almacén era la falta de espacio. El sistema de posición aleatoria permite la reducción del espacio de almacenamiento entre un 20-25% pero se descartó dicho cambio al suponer una dificultad muy elevada de gestión dado la falta de automatización. [3]

A su vez, la implementación de estantes con rodillos supone que ha de haber una organización minuciosa de los productos dentro del almacén puesto que ha de evitarse, si es posible que, en ellos, haya productos de dimensiones tan grandes, que los rodillos no supongan un efecto de mejora. Además, al acumular dichos productos en unas mismas zonas, se evitará la instalación de estantes por encima del nivel óptimo permitiendo, de esta forma, evitar costes innecesarios.

Las estanterías actualmente en uso son de ángulo ranurado que se caracterizan por su excelente versatilidad y su coste económico. Su montaje es sencillo y se podría conseguir lo propuesto anteriormente gracias a su adaptabilidad. Para conseguir la ligera inclinación de los estantes, se puede colocar la sujeción del estante a otro nivel. En la siguiente figura sale indicado a modo aclaratorio.



Figura 23: Detalle de la sujeción de un estante para conseguir una inclinación (Fuente: Elaboración propia a partir de [4])

En esta medida se aprovechará para redistribuir, si es necesario, los productos dentro del almacén para ubicarlos en zonas que permitan la reducción del tiempo de preparación de lotes. Para esto, es necesario clasificar los componentes según la demanda media que éstos tienen para ubicar en zonas más accesibles, aquellos que la tengan mayor. También se tendrá en cuenta las consideraciones de los empleados que facilita el trabajo la existencia de una organización según la familia de componentes y modelos de máquina.

Habiendo clasificado los componentes en el apartado 4.5.1, se puede proceder a redistribuir los componentes con tal de ajustar la organización con su demanda. En el primer piso no se encontró ningún componente tipo C, pero sí productos de tipo B en lugares más cercanos a la zona de preparación de lotes y etiquetado por lo que se ha distribuido según aparece en la *Figura 24*.

Los grupos G1, G2, G3, G4, G5 y G6 son los mismos que aparecían descritos en el punto 4.2.1. pero se ha decidido añadir cuatro nuevos grupos para esclarecer con más precisión la distribución de los materiales.

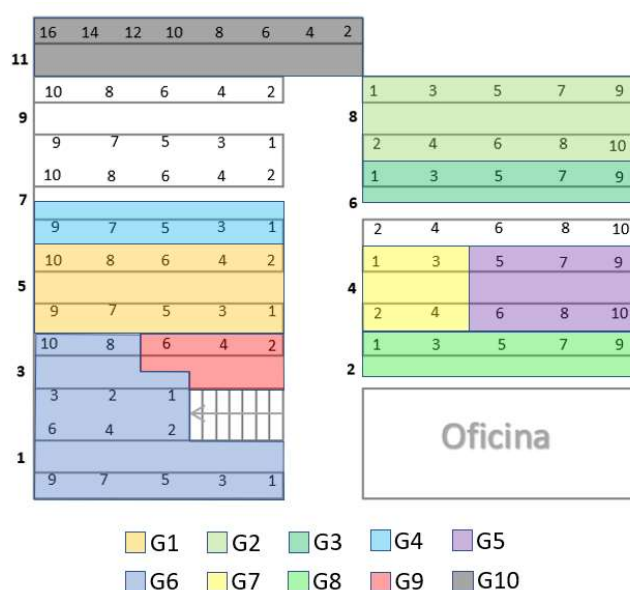


Figura 24: Nueva distribución de los componentes en el primer piso del almacén (Fuente: Elaboración Propia)

La descripción de los nuevos grupos es:

- **G7: Electroválvulas.** En esta sección se encuentran las electroválvulas utilizadas en los modelos de máquinas fabricadas en Quality Espresso, S.A. Puesto que su rotación es muy elevada, su ubicación en los primeros pasillos se ha considerado primordial.
- **G8: Soportes, tuercas y racords.** Ya se encontraban muchos de los componentes de este tipo en esta zona anteriormente, aunque sí se ha realizado algún cambio con respecto a la anterior distribución.
- **G9: Ottima.** Los componentes de esta zona serán los que se encuentren únicamente en el modelo Ottima dado su gran tasa de fabricación.
- **G10: Bandejas, Sobrebandejas y tapas.** Esta zona dedicada a estos tipos de componentes es la más alejada de la entrada del almacén por lo que el tipo de

componente ha de ser de tipo B. Las bandejas, sobrebandejas y tapas cumplen con las especificaciones.

El resto de zonas sin diferenciar serán para productos de tipo B tales como los perfiles, los pomos, casquillos u otros componentes similares. De esta forma, se ha conseguido otorgar una distribución preferencial para componentes con mayor rotación sin dificultar la localización de los componentes a los responsables del almacén dado su organización por familias.

En caso del segundo piso, únicamente es necesario dar preferencia a la zona más próxima a la escalera para el nuevo modelo de máquina que comenzará a producirse puesto que no se conoce aún su demanda. El resto de componentes ya están organizados correctamente en función del nivel de demanda

Los cambios necesarios haciendo uso de la codificación antigua del almacén aparecen en la *Tabla 1* del anexo.

Finalmente, una vez redistribuidos los componentes, hay que señalar los estantes que pasarán a ser de rodillos. En total, habrá 34 estantes que serán ahora de rodillos y salen indicados (con la nueva codificación) en la *Tabla 2* del anexo siguiendo el criterio de que únicamente se cambiará el estante si las cajas almacenadas en él son de pequeñas dimensiones para que se pueda ver el efecto de mejora.

Propuesta	Repercusión
Redistribución del almacén	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación más rápida del material. • Disminución del tiempo de almacenaje y preparación de lotes
Implementación de estantes con rodillos	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad para respetar el "FIFO" • Supresión de la necesidad de reordenar el estante cuando llega nuevo material.

Tabla 12: Resumen de la propuesta de almacenamiento (Fuente: Elaboración Propia)

6.4. Inventario

La imprecisión en el inventario era provocada por diversas causas que, en varios casos, era debido a problemáticas existentes en los diferentes apartados explicados a lo largo de este punto.

Para garantizar la exactitud del inventario, se deben aplicar dos conceptos básicos: [3]

- 1) **Principio de la documentación:** No puede salir ningún producto del almacén sin estar debidamente documentado y autorizado por un responsable.
- 2) **Necesidad de auditar inventarios:** Se debe comprobar que las existencias físicas en el almacén coinciden con los registros administrativos.

La diferencia de inventario es un factor prácticamente inevitable pese a que la empresa respete dichos principios. Sin embargo, ésta se puede minimizar haciendo uso de los recursos disponibles de forma eficiente.

En primer lugar, dentro de Quality Espresso, S.A., se requiere un registro de todo el material saliente del almacén en forma de ficha de salida (material saliente a petición de otro departamento de la empresa) u órdenes de salida por necesidades de producción. No obstante, en ocasiones se producen irregularidades que deben evitarse.

Se encontraron problemas a la hora de la comunicación en el momento de rellenar la ficha de salida de material. Además, en estos casos, el material no es descontado por los propios responsables del almacén sino por el departamento de producción. Es por este motivo que, con la incorporación del lector de código de barras antes descrito, se propone que sean los propios responsables del almacén quienes lo descuenten haciendo uso de su terminal.

Este hecho eliminará gestiones interdepartamentales innecesarias y el responsable del almacén sabrá con certeza qué material ha descontado. Igualmente, la ficha deberá rellenarse de forma obligatoria puesto que es necesario tener la documentación oportuna. Se recomienda a los empleados que, una vez se haya descontado el material del stock, firmen la ficha para tener constancia de que se ha realizado.

En el caso del material que se pierde en las líneas de producción, se deberá hacer un registro, hasta el momento inexistente, del material que se rompe durante la fabricación o se encuentra defectuoso por el proveedor. Los operarios deberán rellenar una ficha con el tipo de componente y el número de unidades defectuosas o rotas a descontar.

En segundo lugar, se ha de tener en cuenta el método de recuento que existe en la empresa. Predominan dos métodos dentro del recuento de inventarios y son el recuento cíclico y el recuento periódico. Este último es el que existe actualmente en la empresa con un recuento anual y siempre, a finales de diciembre.

Sin embargo, este método presenta los siguientes inconvenientes:

- Existe la necesidad de parar la actividad del almacén con tal de poder realizar el recuento.
- Presenta una dificultad a la hora de determinar las causas de los posibles errores encontrados dificultando, de este modo, tomar las medidas preventivas adecuadas.

El recuento cíclico, por contraste, supone un recuento diario selectivo de un determinado grupo de productos, que previamente se han seleccionado en función de la demanda e importancia de los mismos, por ejemplo, aunque puede haber otros criterios de selección.

Este método presentaba el inconveniente principal que suponía un tiempo a los empleados excesivo al no disponer de herramientas que agilizaran el proceso y, además, la necesidad de hacerlo manualmente. Sin embargo, con la implementación del lector de código de barras, el recuento podría hacerse de forma sencilla y, especialmente, de forma rápida.

Al cambiar de método de recuento se conseguirían las siguientes mejoras: [8]

- 1) Permite realizar el recuento sin necesidad de parar la actividad del almacén.
- 2) Posibilita un análisis de la causa del error mediante un estudio de los últimos movimientos de los componentes de los cuales se ha encontrado el error y aplicar, en consecuencia, las medidas preventivas oportunas.
- 3) Permite una monitorización para medir la calidad de procesos.
- 4) Existe una mayor certidumbre, mayor oportunidad y mayor confiabilidad en el recuento.
- 5) Inventario actualizado durante todo el año.

Propuesta	Repercusión
Registro del material defectuoso en los puestos de fabricación	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor control del inventario

Tabla 13: Resumen de la propuesta de mejora de inventario (Fuente: Elaboración Propia)

6.5. Resumen de las propuestas

Una vez descritas todas las propuestas de mejora, se pueden separar en dos grupos: a corto plazo y a medio plazo. Las propuestas no requieren de mucho tiempo para su puesta en marcha por lo que no se baraja la opción de propuestas a largo plazo.

En la siguiente tabla salen indicadas las mejoras propuestas en este punto diferenciadas por si son a corto o a medio plazo, así como la repercusión que éstas se espera que tengan dentro de la empresa.

Propuesta		Repercusión
Corto plazo	Registro del material defectuoso en los puestos de fabricación	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor control del inventario
	Cambio de codificación y redistribución de material	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación más rápida del material. • Disminución del tiempo de almacenaje y preparación de lotes.
	Implementación de estantes con rodillos	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad para respetar el “FIFO” • Supresión de la necesidad de reordenar el estante cuando llega nuevo material.
Medio plazo	Uso de código de barras y uso de un lector de código de barras e impresora	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor control de inventario mediante recuentos cíclicos • Menor tiempo de etiquetado • Reducción de errores al introducir los códigos de referencia • <i>Picking</i> más ágil

Tabla 14: Propuestas de mejora y su repercusión (Fuente: Elaboración Propia)

7. Presupuesto general y costes de implementación

En este punto se detallará el presupuesto que ha supuesto el estudio y desarrollo de este proyecto, así como los costes que supone implementar las propuestas de mejora descritas anteriormente, indicando de forma clara su coste con y sin IVA.

En el caso de que el proyecto fuese una oferta para que fuera desarrollado por una empresa o ingeniería exterior, debería tenerse en cuenta tanto los gastos generales que pueda haber, el beneficio de la empresa y, finalmente, el IVA.

7.1. Presupuesto general

A. Sueldos y salarios

Para la realización del proyecto se han destinado 300 horas por parte de un ingeniero junior bajo la supervisión del jefe de proyecto, con una dedicación de 12 horas. Dichas horas se han dedicado a:

- 120 horas: Estudio preliminar de la empresa.
- 150 horas: Estudio de mercado y análisis de mejora.
- 15 horas: Búsqueda de proveedores y equipo de trabajo.
- 15 horas: Planificación de las propuestas.

Posición	Honorarios (€/hora)	Dedicación	Importe (€)
Ingeniero junior	30	300	9.000
Jefe de proyecto	50	12	600
Total			9.600

Tabla 15: Presupuesto del proyecto en concepto de sueldos y salarios (Fuente: Elaboración Propia)

B. Transporte

Motivo del viaje	Ubicación	Concepto	Importe (€)
Consultoría	Hospitalet de Llobregat (España)	Desplazamiento	55,00
Total			55,00

Tabla 16: Presupuesto del proyecto en concepto de transporte (Fuente: Elaboración Propia)

C. Materiales

Concepto	Importe (€)
Material de oficina	60,00
Libros	21,00
Total	81,00

Tabla 17: Presupuesto del proyecto en concepto de materiales (Fuente: Elaboración Propia)

Por lo tanto, el presupuesto total del proyecto será:

Categoría	Importe (€)
A. Sueldos y salarios	9.600
B. Transporte	55,00
C. Material	81,00
Subtotal	9.736,00
Gastos generales (13%)	1.265,68
Beneficio industrial (20%)	2.200,34
IVA (21%)	2.772,42
TOTAL	15.974,44

Tabla 18: Presupuesto total del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

7.2. Costes de implementación

Para el cálculo de los costes, es necesario tener en cuenta diversos factores tales como, en primer lugar, la mano de obra necesaria para tanto el cambio de lugar de los componentes durante la reorganización del almacén como la necesaria para el cambio de estantes de aglomerado a estantes con rodillos, al igual que los costes derivados de la compra de materiales y equipo de trabajo.

Puesto que, como se explicará en el apartado 11, la mano de obra necesaria para el cambio de codificación, la redistribución del almacén como el cambio de los estantes con rodillos se realizará durante el mes de agosto, periodo el cual la fábrica permanece normalmente de vacaciones, será necesario externalizar dicha mano de obra para no afectar negativamente a los trabajadores de la empresa.

En el caso de la redistribución de los materiales, el cambio de codificación, el acondicionamiento del almacén para poder cambiar los estantes fácilmente y su reorganización una vez cambiados, se podrá contratar a personal mediante una empresa de trabajo temporal en el que el salario para desempeñar unas funciones similares a las requeridas para la implementación de esta mejora, ronda los 6€/hora. [12]

Se estima que se requerirán 2 empleados con una dedicación, cada uno, de 190 horas (8 horas diarias), en las que se incluyen una primera jornada de formación y explicación de las directrices a seguir, lo que supondría un coste total de 2.280€. Todo ello supervisado por un miembro de la empresa que, al encontrarse la fábrica en periodo de vacaciones, puede ser el responsable del S.A.T que sí permanece abierto en agosto y puede ser formado debidamente, con anticipo, por el personal del almacén.

Por otro lado, para la instalación de los nuevos estantes será necesario personal especializado y que se estima que se requiera un tiempo para su instalación de 10 horas lo que supondría un coste total de 600€ teniendo en cuenta que harán falta dos trabajadores para poder realizar el trabajo.

Por otra parte, se ha de tener en cuenta el precio de los estantes. En base a un proveedor, el metro lineal de estante con rodillos asciende a 85€. El cómputo global de metros lineales que los estantes a modificar suman es de 51,125 metros por lo que el precio de los estantes será de 4.345,63€ (IVA no incluido).

Por último, resta el cálculo de los costos debidos a la implementación del código de barras dentro

del sistema informático y la compra de tanto los terminales de lectura de código de barras como la de las impresoras. Cada terminal tiene un coste de 2.077,68€ y la impresora de 1.009,72€ (ambos precios vienen con el IVA incluido). En total, la compra de todo los terminales e impresoras necesarias, el coste asciende a un total de 8.252,48€.

El peso de la inversión reside, por contra, en la implementación del código de barras. El diseño del software de tales características supone un coste de 30.000,00€ que, al sumarle el IVA correspondiente, ascendería a 36.300,00€. Por este motivo, se realizará un análisis de viabilidad financiera para valorar el impacto real que esta mejora puede producir.

Todos los costes se muestran en la tabla a continuación, a modo aclaratorio de lo expuesto anteriormente, desglosado por propuesta.

Propuesta de mejora	Concepto	Importe sin IVA (€)
Cambio de codificación y reorganización del almacén	Mano de obra	2.280,00
Implementación de estantes con rodillos	Mano de obra	600,00
	Estantes	4,345,63
Uso de código de barras y uso de un lector de código de barras e impresora	Terminales e impresoras	6.820,23
	Software	30.000,00
SUBTOTAL		44.045,86
IVA (21%)		9.249,63
TOTAL		53.295,49

Tabla 19: Desglose de los costes del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

7.3. Presupuesto y costes totales

Concepto	Importe (€)
Presupuesto del proyecto	15.974,44
Costes de implementación	53.295,49
Total	69.269,93

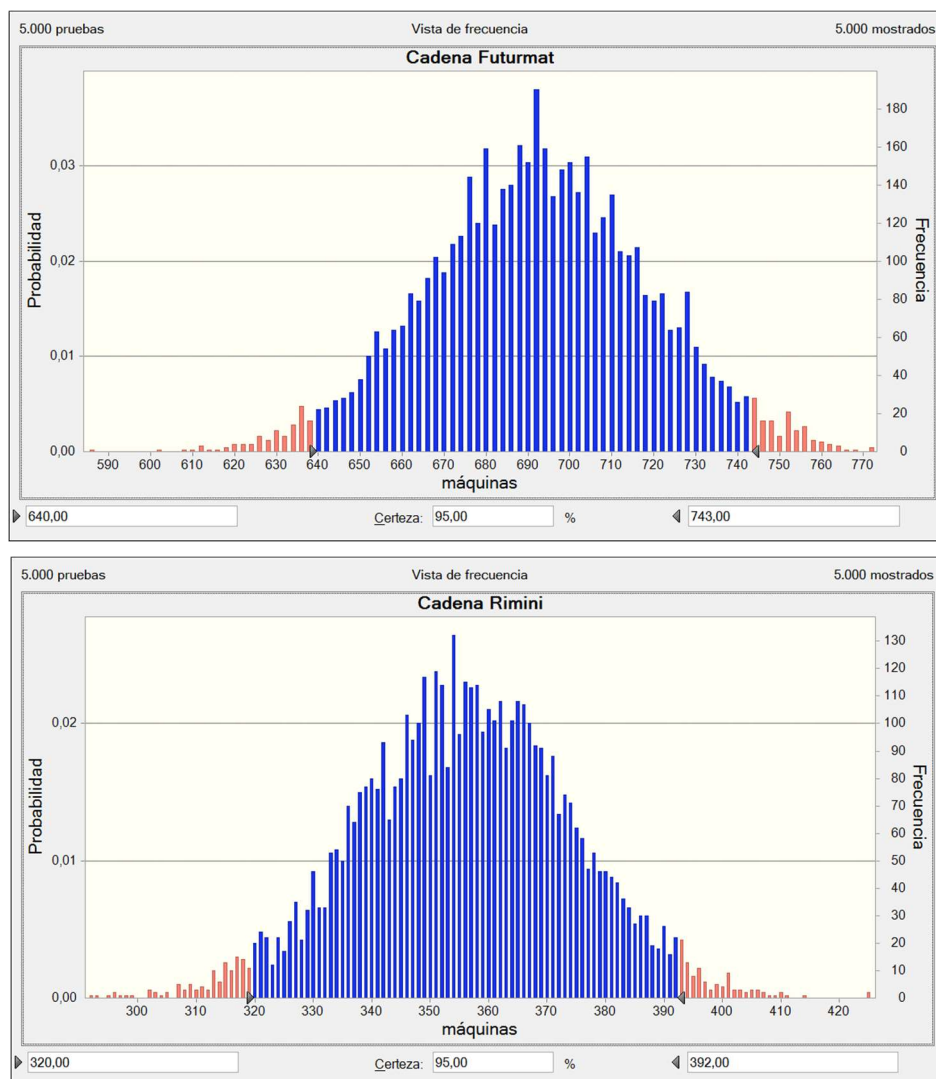
Tabla 20: Presupuesto y costes totales del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

8. Predicción de resultados

Una vez realizada las propuestas de mejora, es necesario ver el impacto que éstas tendrán. Puesto que la mayor parte de su objetivo residía en reducir tiempos para, de manera directa, reducir también costes, se ha de cuantificar el volumen de demanda que el almacén tendrá para poder hacer una predicción lo más ajustada a la realidad posible.

Para dicha predicción, se ha realizado una simulación Monte Carlo mediante el uso del programa *Oracle Crystal Ball*. En dicha simulación, se ha tenido en cuenta la demanda mensual de máquinas en las diferentes líneas de producción de la fábrica del primer trimestre de 2018 y se le ha asignado a cada modelo una distribución de Poisson con tal de poder predecir su demanda.

Posteriormente, se han realizado 5000 pruebas con que, fijando un porcentaje de certeza del 95%, se han obtenido los siguientes gráficos para las diferentes cadenas de montaje.



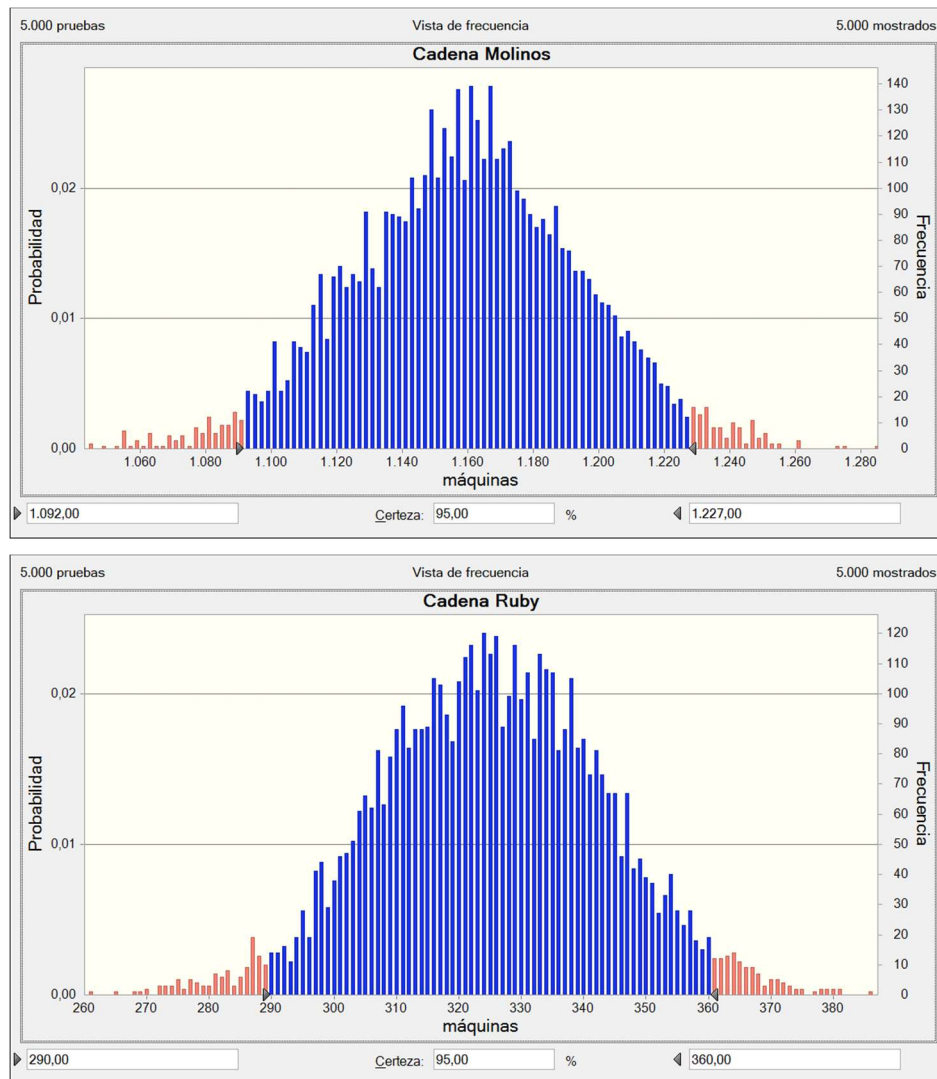


Figura 25: Simulación Monte Carlo para la demanda de máquinas por línea (Fuente: Elaboración Propia)

A la vista de los resultados, se ha podido establecer una media de demanda mensual de 691, 356, 325 y 1160 máquinas para las cadenas de montaje Futurmat, Rimini, Ruby y Molinos, respectivamente. Esto supone una necesidad de preparar 28, 15, 13 y 29 carros al mes para las diferentes cadenas, calculado en función del volumen de componentes que integran los diferentes modelos.

8.1. Recuperación de costes

Con la implementación de las mejoras tales como la nueva codificación como la nueva organización dentro del almacén, reducen el tiempo de preparación de cada carro de 7 minutos de media a 5 minutos, dado que los materiales se encuentran con mayor rapidez, se recogen

también más rápido gracias a la implementación de los rodillos y el tiempo de desplazamiento del empleado dentro del almacén es menor puesto que éstos se encuentran en zonas más próximas.

Estos dos minutos de ahorro han sido estimados mediante la observación de los empleados en una jornada habitual de trabajo en la cual se observó el tiempo que dedicaban a buscar los componentes y las consecuencias que provoca la nueva organización del almacén en que los componentes se encuentran ubicados en zonas más claras y los componentes con mayor demanda, en zonas más accesibles.

Por consiguiente, dichas mejoras supondrían una reducción en los tiempos de preparación de lotes de 170 minutos al mes teniendo en cuenta el ahorro de tiempo antes mencionado, el volumen de carros a preparar estimados a partir de la simulación de Monte Carlo y el salario de los empleados, lo que equivaldría a un ahorro de 497,11€ al año si se tiene en cuenta que durante el mes de agosto la fábrica permanece cerrada.

De la misma forma que los cambios de organización y el cambio de estanterías reducen el tiempo de preparación de lotes, también reducen el tiempo que supone almacenar un producto. Puesto que los productos que llegan por parte de los proveedores no tienen por qué pertenecer a un mismo grupo o familia de componentes, el almacenaje supondrá un tiempo mayor que el de retirada de material. En definitiva, se podría llegar a reducir los tiempos de almacenaje hasta los 10 segundos por paquete de media que supondría un ahorro de 487,36€ al año.

Por otro lado, la implementación del lector de código de barras y la impresora de etiquetas permitirían reducir el tiempo de etiquetado hasta los 5 segundos, reduciendo así el tiempo de etiquetado anterior en 10 segundos. Este tiempo ha sido calculado con el uso de un prototipo con el cual se observó el tiempo requerido para desempeñar dicha acción. Considerando que, al día, de media, llegan de proveedores 50 nuevos paquetes, la mejora supondría un ahorro de 487,36€ anuales.

En lo referente a las mejoras que afectan a la precisión del inventario, se estima que la implementación del código de barras permite una mejor trazabilidad de los productos, así como una mayor fiabilidad en el balance informático. Con ella se espera una mejora en la precisión del 15% en los 5 primeros años. [11]

Dicha mejora se producirá de manera gradual puesto que, en el momento de implementar el código de barras, existe un desfase de inventario que deberá ir corrigiéndose con el tiempo. De este modo, con tal de poder estimar el ahorro que existe anualmente debido a la mejora en la

precisión del inventario y calcular, así, su rentabilidad, se establecen unos porcentajes orientativos siendo del 2% el primer año, 4,5% el segundo, 8% el tercero, 12% el cuarto y, finalmente, el 15% el quinto.

En resumen, el ahorro económico directo que las mejoras supondrían, ascendería a 1.471,83€ al año, sumado al ahorro equivalente producido por la mejora en la precisión del inventario.

9. Análisis de viabilidad financiera

9.1. Recursos y financiación

Quality Espresso, S.A. cuenta con una facturación anual superior a los 22 millones de euros con un crecimiento anual de alrededor del 5% y un fondo de maniobra superior a los 10 millones de euros. Dados estos datos y, partiendo de la base que no se pretende comprometer la solvencia y liquidez de la empresa asegurando, además, una rentabilidad positiva del proyecto, se considera que la empresa puede hacer frente a la inversión del proyecto sin necesidad de recurrir a financiación externa.

9.2. Rentabilidad financiera

Para poder realizar correctamente el cálculo de la rentabilidad de la inversión, se ha estimado la tasa de interés en un 5% y unos costes fijos derivados del mantenimiento del software, estante y equipo de trabajo que supone un coste medio anual del 8% con respecto a la inversión inicial. Por lo tanto, los costes fijos anuales ascenderán a los 2.400€. Por el contrario, no existen costes variables a lo largo de la inversión.

Por otro lado, los beneficios anuales se han calculado a partir de los estimados en el punto 8.1, sumando, respectivamente, el porcentaje de ahorro anual derivado de la mejora en la precisión de inventario.

El horizonte de la inversión se estima en 5 años por lo que, en la siguiente tabla, sale especificada toda la información necesaria para el posterior cálculo de tanto el VAN como el TIR. A su vez, también permitirá ver con claridad el tiempo de retorno de la inversión, el cual se calculará con más precisión más adelante.

	0	1	2	3	4	5
Ahorro (€)		6.853,87	13.339,23	21.620,03	26.959,31	32.404,36
Inversión (€)	69.269,93					
Costes fijos (€)		2.400	2.400	2.400	2.400	2.400

Costes variables (€)		0	0	0	0	0
Flujo de tesorería (€)	-69.269,93	4.453,87	10.939,23	19.220,03	24.559,31	30.004,36
Flujo de tesorería acumulado (€)	-69.269,93	-64.816,05	-53.876,82	-34.656,79	-10.097,48	19.906,87

Tabla 21: Cálculo para el VAN y el TIR (Fuente: Elaboración Propia)

A partir de la tabla anterior, se puede proceder a calcular el VAN y resulta ser que se obtiene un valor actual neto positivo de 5.211,25€. Se obtiene, también, una tasa interna de rentabilidad del 7,11% y un periodo de retorno de 4,41años.

Al igual que lo realizado en el punto 8, se ha realizado un análisis Monte Carlo para poder ver el efecto que tendría en el VAN si las estimaciones de la precisión de inventario variasen, la tasa de interés fuese mayor o los costes fijos o la mano de obra fuesen más elevados de lo previsto.

En las suposiciones de los gastos, se les ha asignado una distribución normal acotada inferiormente por el valor que aparece en la *Tabla 21*, ya que el coste solo puede ser mayor debido a posibles imprevistos, pero nunca menor. Para el caso de la tasa de interés y la precisión de inventario, se le ha asignado una distribución normal sin acotar ya que estos valores pueden verse reducidos o aumentados, indiferentemente.

El objetivo de esta simulación será la de analizar el posible cambio que tanto el VAN como el TIR puedan tener para poder asegurar con certeza si existe alguna posibilidad de que la inversión no salga rentable y ver su evolución cuando las variables previstas difieren de las estimadas anteriormente.

Los gráficos obtenidos después de realizar 5.000 simulaciones son los siguientes:

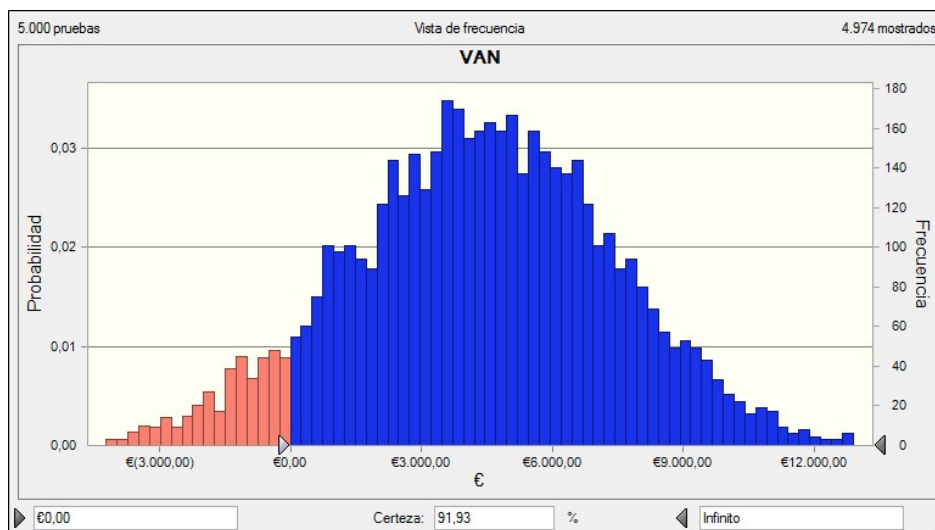


Figura 26: Simulación Monte Carlo para el VAN (Fuente: Elaboración Propia)

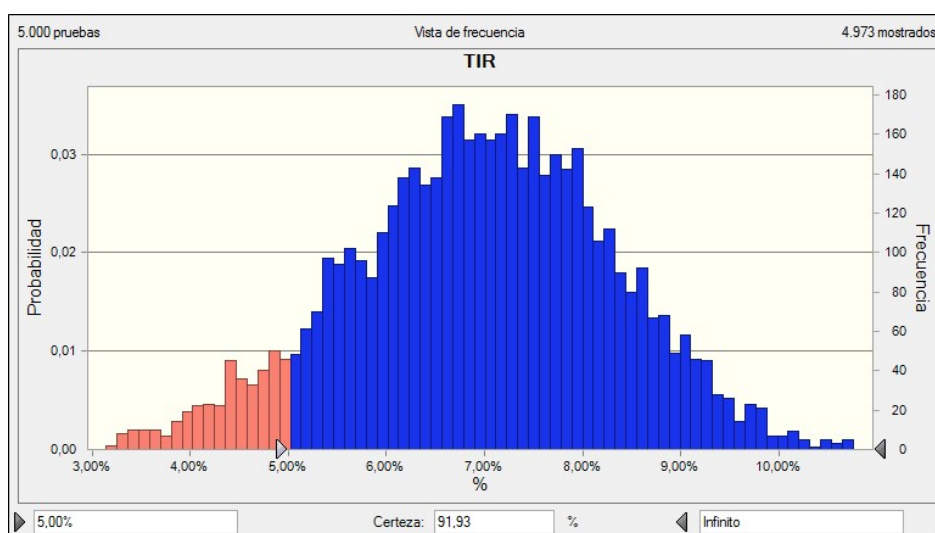


Figura 27: Simulación Monte Carlo para el TIR (Fuente: Elaboración Propia)

Tal y como se puede observar en los gráficos obtenidos, existe una pequeña posibilidad de que la rentabilidad de la inversión no sea positiva debido a posibles imprevistos o variación en las estimaciones hechas, lo que pondría en riesgo, dado el horizonte fijado, que la inversión no fuese rentable. Sin embargo, la posibilidad de que esto no suceda y sí resulte rentable es del 91,93%, porcentaje altamente fiable.

No obstante, se ha fijado un horizonte de la inversión de 5 años, pero la incorporación del sistema de código de barras se espera que tenga una duración mucho mayor por lo que, con el tiempo, la inversión acabaría recuperándose.

Por otro lado, pese a que existe una probabilidad del 8,07% de que la inversión no salga rentable,

ésta como mucho tendría un VAN de -4.220,51€, según la simulación que, teniendo en cuenta las ventajas operativas que la puesta en marcha de las propuestas ofrecería y, considerando que la facturación de la empresa supera los 22 millones de euros, está justificada la implantación de las mismas.

9.3. Valoración estratégica

A la vista de los resultados, se establece que la inversión resulta ser muy rentable por lo que no se encuentra ningún inconveniente o riesgo en su implementación dados los beneficios que éstas pueden generar a Quality Espresso, S.A.

Tal y como se puede apreciar en los gráficos obtenidos, en ningún caso hay riesgo de que el tanto el VAN como el TIR tengan valores insatisfactorios confirmando, de esta forma, la rentabilidad de la inversión.

En adición, pese a que el periodo de retorno de la inversión no parece tan inmediato, las mejoras no solo supondrían una mejora a nivel económico, sino que mejoraría notablemente las condiciones de trabajo para los empleados del almacén, así como una mayor eficiencia en las gestiones, aspectos los cuales no pueden cuantificarse a nivel económico sino más bien a nivel de satisfacción por parte de los empleados.

10. Análisis de viabilidad ambiental

En este apartado se pretende valorar si las mejoras propuestas tienen algún efecto negativo en el medio ambiente ya sea de forma directa o indirecta. De hecho, la única propuesta que puede afectar de algún modo al medio es el cambio de los estantes para colocar los rodillos.

Por ello, se deberán tener en cuenta ciertas consideraciones:

- I. Los estantes se encuentran situados dentro de la fábrica de Quality Espresso, S.A. por lo que, en ningún caso, se verá afectado cualquier terreno ajeno a la empresa.
- II. Quality Espresso, S.A. dispone de un aparcamiento privado para furgonetas y camiones por lo que, en el momento en que se traiga el material necesario para la colocación de dichos estantes, no se producirán retenciones o cortes de tráfico durante las labores de descarga.
- III. El material utilizado será prefabricado y solo será necesario realizar las tareas de montaje.
- IV. Los residuos que puedan aparecer durante el cambio de estanterías serán llevados a contenedores especializados.
- V. Quality Espresso, S.A. se encuentra en una zona industrial y la colocación de los estantes se realizará a lo largo del día por lo que el posible ruido ocasionado no supondrá ninguna molestia significativa.

En conclusión, las propuestas de mejora descritas a lo largo de este proyecto no afectan de manera significativa al medio y, durante su implementación, se respetarán todos los términos incluidos en la ordenanza del medio ambiente de Barcelona. [10]

No hay peligro de infringir las condiciones descritas tanto en el *Título 4: Contaminación acústica*, como en el *Título 6: Gestión de residuos*, así como en el resto de artículos que se puedan ver involucrados de manera indirecta.

11. Planificación del proyecto e implementación de las mejoras

En este punto se detallará la estructura y desarrollo que ha tenido este proyecto, así como las indicaciones para la puesta en marcha de las diferentes mejoras a implementar. Se especificarán tanto los pasos o fases que cada una deberá tener como los tiempos que cada una requiere.

11.1. Planificación del proyecto

El proyecto ha constado de dos fases muy diferenciadas y son:

Fase I) Definición de proyecto: El objetivo de esta primera fase era la de definir y esclarecer de manera clara, el motivo principal en que se basaría el proyecto. De esta forma, se definía tanto el formato y organización que éste iba a tener como el alcance que pretendía tener.

Fase II) Estudio completo: En esta fase, se ha realizado un análisis de la situación inicial de la empresa para determinar los puntos a reforzar y así poder proponer una serie de mejoras que corrigiesen de manera notable dichas debilidades. A su vez, también se ha realizado un análisis de viabilidad de las mismas con el fin de confirmar su efecto a nivel económico y técnico.

El desarrollo del proyecto ha tenido una duración de 300 horas comprendidas entre febrero y mayo del año 2018. Tanto las subfases como la duración de las mismas, por semanas, salen indicadas en la *Figura 28*.

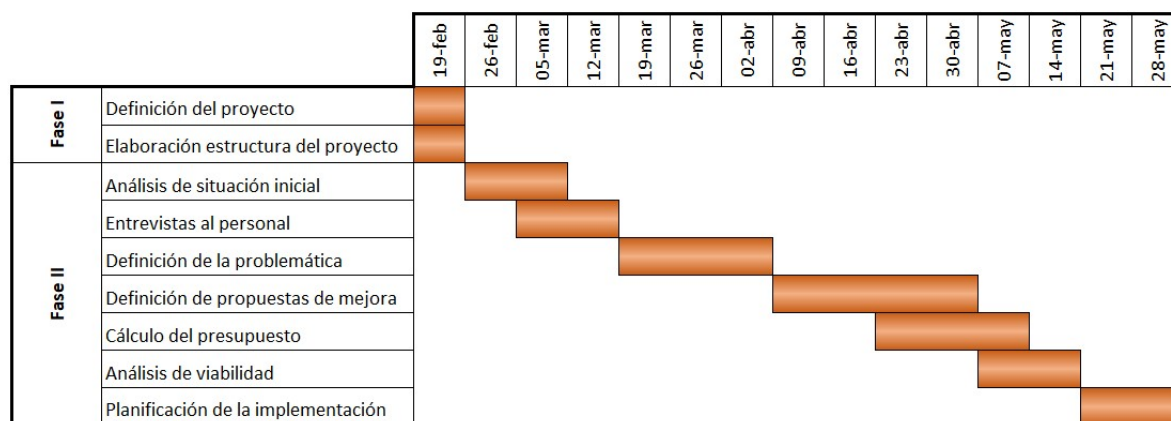


Figura 28: Diagrama de Gantt del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

11.2. Planificación de la implementación de las mejoras

En el caso de las mejoras, éstas no se pueden implementar de una manera aleatoria, sino que debe realizarse en un orden concreto para evitar una desorganización interna que pueda poner en riesgo el correcto funcionamiento de la actividad empresarial de Quality Espresso, S.A.

Dado que la fábrica permanece cerrada por vacaciones durante el mes de agosto y dado el crecimiento del volumen de producción que éste provoca en el mes de julio, se ha considerado oportuno separar la implementación de las mejoras en dos partes.

La primera se realizará durante el mes de agosto para evitar parar la actividad normal de la empresa asegurando que la empresa no sufra algún impacto negativo durante su implementación, puesto que dos de las propuestas requieren un cambio en la organización física del almacén. La segunda, por el contrario, se efectuará a partir del 3 de septiembre, fecha en la cual la empresa termina el periodo de vacaciones.

11.2.1. Cambio de codificación y redistribución de material

La puesta en marcha de esta medida puede iniciarse de forma inmediata puesto que no depende de ninguna de las otras propuestas. Dado que esta propuesta supone un cambio del almacén, se realizará durante el mes de agosto de 2018.

De esta forma, la mejora estará dividida en tres fases que son:

Fase I) *Cambio de ubicación de los productos:* A lo largo de las dos primeras semanas de agosto, se realizará el cambio de ubicación de los productos señalados de tanto el primer piso como el segundo, siguiendo las pautas de acción hechas por el responsable del almacén al frente.

Fase II) *Cambio de codificación en el almacén:* : Una vez acabada la redistribución de los componentes del almacén, se procederá a cambiar el etiquetado de los estantes según las *Figuras 21 y 22* de este proyecto asegurándose, en todo momento, que dichas etiquetas tengan el formato adecuado para poder ser visibles sin ningún problema.

Fase III) *Cambio de codificación en el sistema informático:* En esta fase, el departamento de producción encargado de gestionar el sistema informático deberá cambiar la codificación de la ubicación de los artículos en la base de datos. Puesto que es necesario que sea el propio personal de la empresa que realice el cambio ya que conoce el

funcionamiento del sistema informático y éstos se encuentran de vacaciones, no se podrá iniciar dicha fase hasta el 3 de septiembre. Esta fase deberá hacerse de manera rápida puesto que, durante el cambio, existirá en la base de datos tanto la codificación antigua como la nueva por lo que, al agilizar el proceso, se reducirá la posibilidad de que existan confusiones.

En la siguiente figura se muestra la planificación detallada de la propuesta antes descrita.

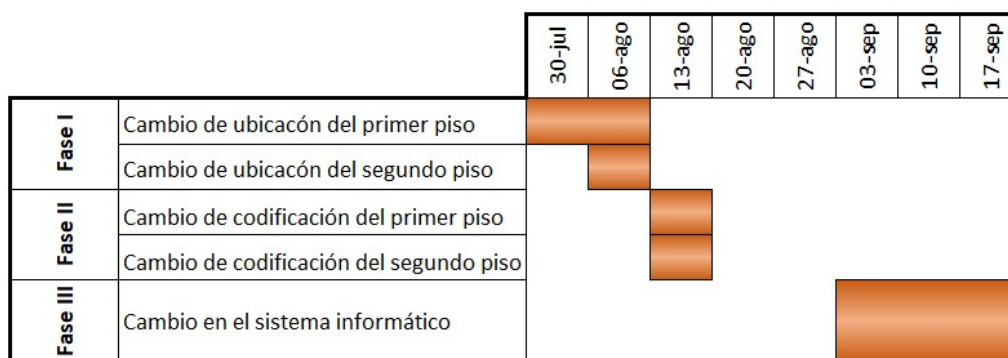


Figura 29: Diagrama de Gantt para el cambio de distribución y codificación (Fuente: Elaboración Propia)

11.2.2. Implementación de estantes con rodillos

El cambio de los estantes de aglomerado a estantes de rodillos no puede hacerse efectivo hasta que todos los componentes estén colocados en su nueva ubicación. Esto es debido a que se han escogido los estantes a cambiar en función de la nueva distribución de los componentes. Si se realiza el cambio de estantes de forma prematura, puede darse la situación en la que, por tamaño de los componentes en su ubicación actual, no permitiese la instalación de dichos estantes.

De esta forma, dicha mejora puede dividirse en 2 fases que son:

Fase I) Esta fase está caracterizada por la compra de los nuevos estantes a una empresa proveedora y la contratación de la mano de obra especializada para la instalación de los mismos. Esta acción puede realizarse en cualquier momento puesto que no depende de otra propuesta.

Fase II) Consiste en el cambio de los estantes por parte de la mano de obra especializada que, para evitar que tenga un efecto en la actividad de la empresa, se realizará, también, durante el mes de agosto.

En la *Figura 30* sale especificada la planificación de la propuesta.

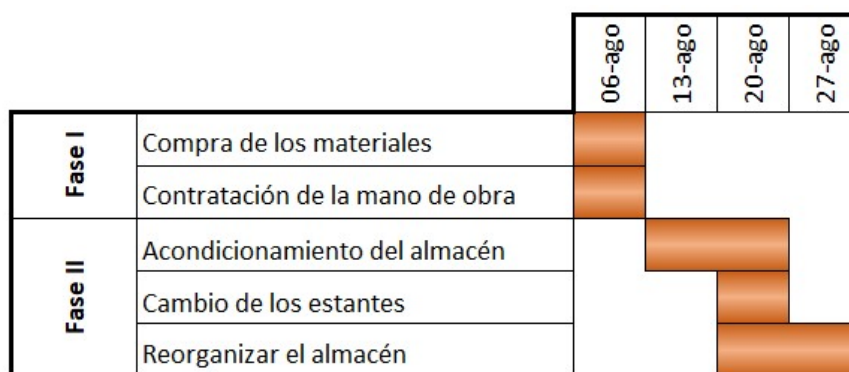


Figura 30: Diagrama de Gantt para cambio de estantes (Fuente: Elaboración Propia)

11.2.3. Registro del material defectuoso en los puestos de fabricación

La puesta en marcha de esta medida puede iniciarse de forma inmediata una vez se haya terminado el periodo de vacaciones. Sin embargo, para asegurar una implementación efectiva, debe realizarse siguiendo unas pautas.

Para ello, el proceso de implementación se dividirá en las siguientes fases:

Fase I) Creación y validación del registro: En esta primera fase, el departamento de producción deberá crear el formato del registro que más se adecúe a las características deseadas para indicar de forma clara y concisa tanto el código del material defectuoso como el número de unidades. Una vez creado, la dirección del departamento deberá validar el registro y añadirlo a la base de datos de la empresa.

Fase II) Prueba: El registro, una vez aprobado, se distribuirá a los puestos de fabricación y se instruirá al personal para que dicho registro sea cumplimentado correctamente. Por otra parte, a lo largo de toda esta fase se recogerán las opiniones de los trabajadores sobre el nuevo registro para su posterior análisis de resultados.

Fase III) Análisis de resultados: La última fase de implementación será la de valorar las opiniones de los empleados y validar los resultados que la puesta en marcha de dicho registro ha afectado al inventario. Si los resultados son positivos, se implementará de forma permanente el registro o, por el contrario, se adoptarán las medidas correctivas oportunas.

La planificación detallada de las diferentes fases viene indicada en la siguiente figura.

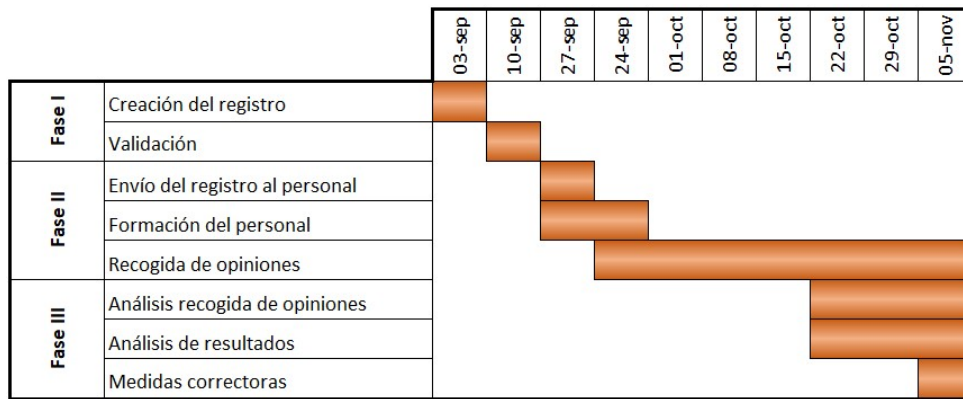


Figura 31: Diagrama de Gantt para registro de material defectuoso (Fuente: Elaboración Propia)

11.2.4. Uso de código de barras y uso de un lector de código de barras e impresora

Por último, una vez implementadas las propuestas de mejora anteriores, se puede proceder a la implementación del código de barras puesto que tanto la nueva codificación como la reubicación de los componentes en el almacén ya estará introducida en la base de datos de la empresa.

Su puesta en marcha estará dividida en diferentes fases, las cuales aparecen explicadas a continuación.

Fase I) Adquisición del hardware y del software: En esta fase inicial será necesario adquirir todo el equipo necesario para poder hacer un uso correcto del código de barras. Concretamente, será necesario adquirir tanto los lectores de códigos de barras como las impresoras descritas en el apartado 6.1. A su vez, también será necesario adquirir el software necesario que permite el uso del código de barras en el ERP actual

Fase II) Instalación del software: En esta segunda fase, es necesario parametrizar e introducir los datos necesarios de los nuevos códigos de barras y asociarlos a su producto correspondiente.

Fase III) Impresión de las nuevas etiquetas: Una vez finalizado el proceso de programación, será necesario imprimir las nuevas etiquetas que incluyan el código de barras del producto para, posteriormente, colocarlas en los paquetes correspondientes del almacén con el fin de poder empezar a hacer uso del sistema.

Fase IV) Formación y pruebas de funcionamiento: En esta fase final, una vez esté todo preparado para poder empezar a hacer uso del hardware adquirido en la primera fase, será necesario formar a los responsables del almacén para explicarles tanto las nuevas funciones que éstos pueden realizar como el modo de empleo del nuevo equipo de trabajo con el cual trabajarán a partir de ahora. Finalmente, una vez formados, se puede proceder a realizar las pruebas de funcionamiento del sistema para verificar posibles errores que puedan ocurrir y asegurarse de que se realiza el trabajo de manera correcta.

La planificación detallada de la implementación de la mejora se encuentra en la *Figura 32*.

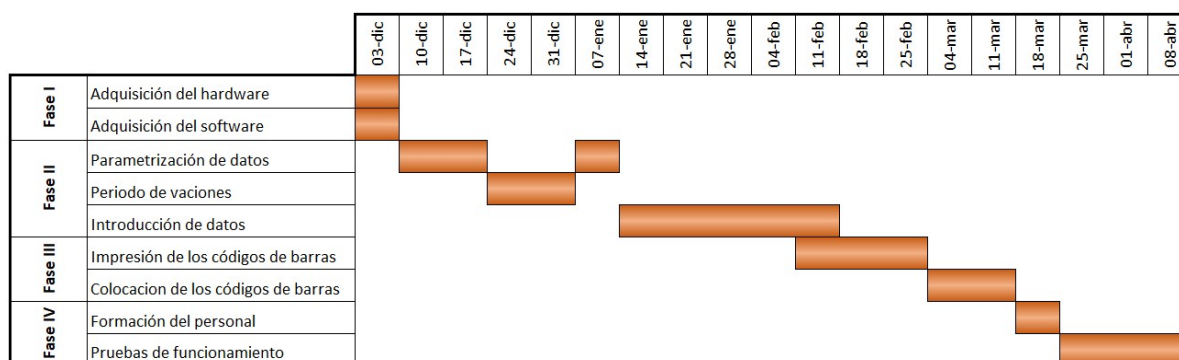


Figura 32: Diagrama de Gantt para el código de barras (Fuente: Elaboración Propia)

12. Conclusiones

A lo largo de todo el proyecto de *Mejora en la gestión de un almacén del sector de la maquinaria para establecimientos de restauración* elaborado para Quality Espresso, S.A., se ha podido realizar un estudio para esclarecer el estado inicial en el que se encontraba y determinar tanto sus debilidades como fortalezas.

De esta forma, ha sido posible realizar una serie de propuestas que permitiesen solucionar, parcial o totalmente el conjunto de debilidades encontradas con anterioridad tales como la imprecisión del inventario de hasta 269.101,96€ en 2017, fruto de una desorganización en el almacén y la escasa trazabilidad de los componentes dentro de la empresa, el tiempo excesivo de etiquetado (hasta 30 segundos por paquete) o el largo tiempo requerido para almacenar los productos (hasta 60 segundos por paquete).

Todo ello ha sido verificado mediante un análisis detallado en materia de viabilidad técnica, viabilidad financiera y viabilidad de impacto medio ambiental. Todos y cada uno de los análisis de viabilidad se ha concluido con un resultado positivo reafirmando el efecto de mejora que dichas propuestas pueden llegar a tener.

En lo referente al proyecto, se ha empezado por estudiar el almacén con ayuda del personal responsable el cual, en todo momento, ha prestado ayuda y cooperación aportando su visión del problema y facilitando la documentación requerida siempre que a éste se le solicitase, facilitando en gran medida el estudio.

A continuación, se han desarrollado de manera detallada un conjunto de propuestas de mejora, cumpliendo siempre con las especificaciones de la dirección de la empresa como las solicitudes de los empleados, las cuales se ha podido determinar en los puntos 9 y 10, su viabilidad tanto económica como medioambiental, un aspecto que cada vez gana más peso en los proyectos de ingeniería.

Dichas propuestas fueron:

- Cambio de codificación, redistribución del almacén y uso de estantes con rodillos que con un coste total de 8.743,01€, se espera conseguir reducir los tiempos de almacenaje y preparación de lotes provocados hasta en 2 minutos por lote evitando la pérdida de tiempo provocada por la dificultad de encontrar el producto.

- Uso de un sistema de código de barras con un coste total de 44.552,48€. Con ello se espera mejorar la precisión del inventario en un 15%, reducir el tiempo de etiquetado de los paquetes hasta en 10 segundos y mejorar la gestión interna del almacén.
- Registro del material defectuoso en los puestos de fabricación inexistente hasta el momento con lo que se espera conseguir una mayor precisión en el inventario respaldada por el uso del código de barras.

Por último, se ha propuesto una planificación detallada de las acciones que han de llevarse a cabo para poder implementar con éxito todo lo expuesto con anterioridad. Sin embargo, los tiempos de dicha planificación no dejan de ser, en cierta medida, orientativos por lo que la duración de éstas puede verse afectando de una manera u otra.

En conclusión, se espera que las medidas propuestas no afecten únicamente al ámbito económico de la empresa, sino que también beneficie a las condiciones de trabajo de los empleados. Los objetivos impuestos al inicio del proyecto se han visto cumplidos y se tiene intención de poder corroborar el impacto de este proyecto en Quality Espresso, S.A., una vez las propuestas se hayan implementado.

Por otro lado, la dirección de la empresa estipuló que el ERP actualmente en uso no podía cambiarse y debía continuar siendo el mismo. Sin embargo, durante la realización del proyecto, se observó como el programa funcionaba, en ocasiones, de forma poco eficiente por lo que se recomienda a la empresa considerar la opción de cambiar de ERP como medida a largo plazo.

Finalmente, el proyecto ha resultado viable técnicamente dado que el almacén, el personal y la dirección de la empresa está preparada para asumir dichos cambios y, financieramente, ya que, no solo Quality Espresso, S.A. tiene los recursos necesarios para llevar a cabo las propuestas, sino que la inversión resulta rentable con un VAN de 5.211,25€ y un TIR del 7,11%.

La implementación de todas las propuestas podría finalizar 9 meses desde la aceptación del proyecto con lo que se espera un ahorro de hasta 30.004,36€ el quinto año, gracias a la mejora en un 15% de la precisión del inventario y el aumento en la eficiencia dentro del almacén motivado por la incorporación del código de barras, motivos por el cual, el periodo de retorno de la inversión sería de 4,41 años.

Bibliografía

- [1] Documento [en línea]. Disponible en < https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-12328 > [Consulta: 10 de abril de 2018]
- [2] Documento [en línea]. Disponible en < <http://consultingmm.com/ggestion/> > [Consulta: 28 de marzo de 2018]
- [3] Julio Juan Anaya Tejero (2011). *Almacenes: Análisis, diseño y organización* (2ª ed.). ESIC Editorial.
- [4] Mecalux, S.A. (2016). *Sistemas de almacenaje*. Referencia MK-049431-06/16
- [5] Documento [en línea]. Disponible en < https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/product/Mobile_Computers/Hand-Held%20Computers/TC8000_Touch_Computer/spec_sheet/tc8000-specification-sheet-es-emea.pdf > [Consulta: 13 de abril de 2018]
- [6] Documento [en línea]. Disponible en < https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/product/Printers/Mobile%20Printers/QLn%20Series%20Mobile%20Printers/QLn420%20Mobile%20Printer/spec-sheets/QLn420-Datasheet-Spanish-EMEA.pdf > [Consulta: 13 de abril de 2018]
- [7] Documento [en línea]. Disponible en < <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/42-segmentacion-abc-picking.html> > [Consulta: 19 de abril de 2018]
- [8] Jorge Sierra y Acosta (2015). *Administración de almacenes y control de inventarios*. Eumed.
- [9] Documento [en línea]. Disponible en < <https://www.indeed.es/salaries/Carretilero/a-Salaries> > [Consulta: 21 de abril de 2018]
- [10] Documento [en línea]. Disponible en < http://preoc.es/download/ADS/D11MA145/Ordenanza%20Bcn%20medio%20ambiente.pdf?cookie_check=1 > [Consulta: 13 de mayo de 2018]
- [11] Documento [en línea]. Disponible en < <https://borealtech.com/sistemas-de-codigos-de-barras/> > [Consulta: 20 de mayo de 2018]
- [12] Documento [en línea]. Disponible en < <https://www.indeed.es/salaries/Mozo/a-de-almac%C3%A9n-Salaries> > [Consulta: 12 de junio 2018]